

2013

Special Issue

REVIEW OF FACULTY OF ENGINEERING

Analecta Technica Szegedinensia



UNIVERSITY OF SZEGED
FACULTY OF ENGINEERING

REVIEW OF FACULTY OF ENGINEERING

Analecta Technica Szegedinensia
Special Issue

SZEGED
2013

PUBLISHER:

Prof. Dr. Gábor **KESZTHELYI-SZABÓ**
Dean of Faculty of Engineering

EDITED BY:

Ddr. Cecilia **HODÚR**

Dr. Zita **SERES**

PUBLISHER'S READERS:

Sándor **BESZÉDES**
Dr. Ljubica **DOKIC**
Dr. Zsuzsanna **LÁSZLÓ**
Dr. Miklós **NEMÉNYI**
Dr. Radovan **OMORJAN**
Dr. Biljana **PAJIN**
István **PÉTER SZABÓ**
Dr. Marina **SCIBAN**
Dr. Dragana **SORONJA-SIMOVIC**
Dr. Péter **SZENDRŐ**

NUMBER OF COPIES: 200

Generál Nyomda Kft.
6728 Szeged, Kollégiumi u 11/H

UNIVERSITY OF SZEGED FACULTY OF ENGINEERING

H-6724 Szeged, Mars tér 7

Phone: +36-62-546-000

ISSN 1788-6392



The project is co-financed by the
European Union



CONTENTS

PREFACE	4
CROSS-BORDER NETWORK FOR KNOWLEDGE TRANSFER AND INNOVATIVE DEVELOPMENT IN WASTEWATER TREATMENT	5
Zita I. Šeres, Ljubica P. Dokić, Biljana S. Pajin, Dragana M. Šoronja Simović, Drago Šubarić, Jurislav Babić, Aleksandar Z. Fišteš	7
INFLUENCE OF THE OPERATING PARAMETERS ON THE FLUX DURING MICROFILTRATION OF THE STEEPWATER IN THE STARCH INDUSTRY	
D. Šoronja-Simović, B. Pajin, M. Sakač, Z. Šereš, I. Lončarević, I. Nikolić	17
INFLUENCE OF SUGAR BEET DIETARY FIBERS ON COOKIES SHELF LIFE	
Hodúr Cecilia, Beszédes Sándor, Kertész Szabolcs, László Zsuzsanna, H. Horváth Zsuzsanna, Keszthelyi-Szabó Gábor	24
A MEMBRÁN-SZEPARÁCIÓ KUTATÁSA A FOLYAMATMÉRNÖKI INTÉZETBEN	
Beszédes Sándor, Hodúr Cecilia, Keszthelyi-Szabó Gábor	33
A SZTE MÉRNÖKI KAR FOLYAMATMÉRNÖKI INTÉZETÉBEN FOLYÓ MIKROHULLÁMÚ SZENNYVÍZISZAP-KEZELÉS EREDMÉNYEI	
Göllei Attila	47
ANYAGOK DIELEKTROMOS TULAJDONSÁGAI ÉS MÉRÉSI MÓDSZEREIK	
Péter Szabó István, Szendrő Péter, Szabó Gábor	59
BERENDEZÉS KIFEJLESZTÉSE NAPKOLLEKTOROK ÜZEMI JELLEMZŐINEK MÉRÉSÉRE	
Géczi Gábor	65
TEJTŐL A TEJIPARI SZENNYVÍZIG, AMIT MIKROHULLÁMÚ ELEKTROMÁGNESES TÉRBE HELYEZHETÜNK	
Kapcsándi Viktória, Neményi Miklós, Lakatos Erika	73
ALACSONY TELJESÍTMÉNYŰ MIKROHULLÁM HATÁSA A MUST ERJEDÉSÉRE	
Panyor Ágota	79
A BAROMFIÁGAZAT HELYZETELEMZÉSE - A PROBLÉMÁK MARKETING-SZEMPONTÚ LEHETSÉGES MEGOLDÁSA	
Szendrő Péter	85
KÖSZÖNTŐ	
Újszászi Ilona	88
A SZEGEDI MÉRNÖKKÉPZÉS MÚLTJA, JELENE ÉS JÖVŐJE	
Szabó Gábor	99
TANÉVNYITÓ REKTORI BESZÉD, 2009. szeptember 4.	



The project is co-financed by the
European Union



PREFACE

The Process Engineering Department was established in 2010 as a Department of University of Szeged, Faculty of Engineering. The Head of Department and its legal predecessor has been Gábor KESZTHELYI-SZABÓ. The Department is connecting to food and environmental industries via education and scientific work as well. There are organized three research teams within the Department. The scientific activity of the research teams are very successful, there are lot of finished and ongoing projects on their acknowledgement list.

This very remarkable and exemplary scientific work has been launched and is managed by Gábor KESZTHELYI-SZABÓ. He was not only the head of Department, but he has been the Dean of the Faculty (1996 – 2003) and Rector of the University (2003-2010) as well.

The Department of Process Engineering and the Faculty of Engineering has a long and fruitful cooperation with University of Novi Sad, Faculty of Technology. Many common works, projects, papers were born within this cooperation. The newest successful EU financed project, titled “Cross-border network for knowledge transfer and innovative development in wastewater treatment” is one of the evidences of that.

The coincidence of the starting point of the WATERFRIEND project and the birthday of the establishing scientist gave us idea to organize a common Celebration Day.

The morning program was a scientific conference to show the scientific works of colleagues and disciples of Gábor KESZTHELYI-SZABÓ. It was opened by the Rector of the Szeged University Gábor SZABÓ member of the Hungarian Academy of Sciences. Afternoon program was the Opening Ceremony of the project.

The scientific program was finished by the greetings and salutations.

Peter SZENDRŐ the Rector Emeritus of the Szent István University, Sorin CURIL the president of the Senat of the University of Oradea, Gyula TELEGDY member of the Hungarian Academy of Sciences, president of the Regional Committee HAS in Szeged (2002—2008), Miklós NEMÉNYI corresponding member of the HAS, Imre DÉKÁNY member of the HAS, president of the Regional Committee in Szeged greeted and said laudation about Gábor KESZTHELYI-SZABÓ.

The lectures delivered on these events and common publications are printed in the Special Issue of the *Analecta Technika Szegedinensia*.



The project is co-financed by the
European Union



“CROSS-BORDER NETWORK FOR KNOWLEDGE TRANSFER AND INNOVATIVE DEVELOPMENT IN WASTEWATER TREATMENT”

WATERFRIEND - HUSRB/1203/2.1.1

Faculty of Technology, University of Novi Sad, Serbia, and
Faculty of Engineering, University of Szeged, Hungary

It is obvious the degradation of the environment due to the low level of protection. There is a need to prevent further environmental pollution by, among other, treatment of wastewater, in order to achieve emission limit values and environmental quality standards. Accordingly it is necessary to build number of treatment plants both for urban and industrial wastewaters, and hire number of young professionals at them.

The modern education of students, the further professionals, is vitally important for the implementation of these goals. The creation of knowledge transfer between the two cross-border, engineering faculties would lead to spread knowledge through the students about wastewater treatment and water protection.

The main objectives of this project are:

- Improvement of educational system and knowledge transfer in the field of wastewater treatment;
- Training of employees to use aerob- and anaerob bioreactor equipment and establish practical lessons for students;
- Providing mutual student cooperation.

- Facilitating experience and know-how transfer from Hungarian to Serbian partners, through trainings and direct participation;
- Strengthening cooperation of education staff working in the field of wastewater treatment and environmental protection which leads to propose new joint projects;
- Promoting good neighborly relations and professional cooperation;
- On a longer-term scale, the objectives include reduction of natural water pollution and healthier life of the inhabitants of cross-border regions and wider.

The benefits of the project are comprehensive for the experts and specialists, as well as students, on both sides of the border, who will cooperate and share experience in the course of the project and establish longer-term professional ties for future work together.



The project is co-financed by the
European Union



The EU and National Authorities financed project – WATERFRIEND – was started on 1st of March 2013. The official Opening Ceremony was organized on 16th of April 2013. The Opening Ceremony was completed by an accompanying event a Scientific and Saluting Conference.

The Hungarian members of the WATERFRIEND project belong to the environmental research team which was established 10 years ago; one of the founders, Professor Gábor Keszthelyi-Szabó, celebrated the 60th birthday in 2013; and the scientific cooperation between the University of Novi Sad, Faculty of Technology and University of Szeged Faculty of Engineering (its predecessor: College Faculty of Food Engineering) started 15 year ago. These anniversaries make us to organize the Scientific and Saluting Conference.

The most important papers, speeches and greetings of the Conference are presented here to present the scientific importance of the partners and to prove the live and long proven track record cooperation with HUSRB – WATERFRIEND partners.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

INFLUENCE OF THE OPERATING PARAMETERS ON THE FLUX DURING MICROFILTRATION OF THE STEEPWATER IN THE STARCH INDUSTRY

Zita I. Šereš^a, Ljubica P. Dokić^a, Biljana S. Pajin^a, Dragana M. Šoronja Simović^a, Drago Šubarić^b, Jurislav Babić^b, Aleksandar Z. Fištes^a

^a University of Novi Sad, Faculty of Technology, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia

^b Strossmayer University, Faculty of Food Technology, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Croatia

e-mail: zitas@tf.uns.ac.rs

ABSTRACT

The subject of the work is the possibility of applying microfiltration through a ceramic tubular membrane with 100 nm pore sizes to the steepwater obtained in the production process of corn starch. The dry matter content should be reduced in the steepwater permeate. Thus the consumption of the process water would be reduced, the nutrients from the steepwater could be exploited as feed and the wastewater problem would consequently be solved. The objective of the work was to examine the influence of the operating parameters on the permeate flux during steepwater microfiltration. The parameters that vary in the course of microfiltration, were the transmembrane pressure and flow rate, while the permeate flux and dry matter content of the permeate and retentate were the dependent parameters, constantly monitored during the process. Another objective of this study was to investigate the influence of static turbulence promoter on the permeate flux during steepwater microfiltration. Static mixers enhance permeate flux, thus the microfiltration can be performed longer. As a result of the statistical analysis, the optimal conditions for steepwater microfiltration were determined. The maximum value of the permeate flux without mixer ($25 \text{ l m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) was achieved at a pressure of 2 bars and a flow rate around 100 l h^{-1} . With the use of static mixer the flux is 2,5 times higher compared to the one obtained without the mixer. The dry matter content of the permeate after 2.5 hours of microfiltration was lowered by 40%.

1. INTRODUCTION

Governments of the developed countries have tried to increase the pressure on the largest waste producers in order to reduce the undesired environmental pollution. For example, the Commission of the European Communities introduced the Integral Pollution and Prevention Control Directive. The purpose of the directive is to achieve integrated prevention and the control of pollution arising from the particular activities listed in its Annex I. Among others, the directive defines the Best Available Techniques (BAT) as the most effective and advanced stage in the development of activities and their operation methods which indicate the practical suitability of particular techniques for providing in principle the basis for emission limit values designed to prevent and, where that is not practicable, generally to reduce emissions and the impact on the environment (1, 2). One of them is membrane technique.

Membrane separation is a filtration technique in which a feed stream is fractionized with a porous membrane. Some of the dissolved solids are held back because their molecular size is too large to



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

allow them to pass through. The size range depends upon the pore sizes of the used membrane. Fractionation of the feed stream occurs, with some molecules being concentrated on the upstream side of the membrane, which is known as the concentrate or retentate. The smaller molecules pass through the membrane into the permeate stream. There are few membrane processes where they can be characterized by driving forces that cause mass transfer of solutes (e.g. difference in concentration – dialysis), difference in electric potential - electro-dialysis), difference in pressure - microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis) (3, 4, 5).

The main problem in the performance of microfiltration is concentration polarization and fouling of the membrane. Concentration polarization causes deposition of retained compounds on the membrane surface. A number of reviews have described the process in detail (5, 6). The pure water flux of micro- and ultrafiltration membranes is usually high, but when separation starts through the membrane, the permeate flux falls very quickly, which is caused by the gel formation on the membrane surface. This gel layer forms a secondary barrier to the flow through the membrane (5, 7). There is no possibility for avoiding membrane fouling but it can be limited by applying a number of different techniques which enhance membrane flux. These techniques might be pre-treatment of feed stream, backflushing, fluidized bed, fluid instability, application of electric, magnetic and ultrasonic fields (5). Fluid instability can be more useful in overcoming concentration polarization and membrane fouling, various possibilities have been tested: turbulence promoters, pulsation and rotating membrane filter (Taylor vortex flow). Turbulence promoters as static mixers were applied for permeate flux enhancement during the separation of non-sucrose compounds from sugar beet syrup (8). There are several papers dealing with the application of membrane filtration for purification of wastewater from starch processing industry or for filtration of the starch suspensions (9, 10). Membrane filtration is used in order to achieve an increase in the quality of the finished sweetening and syrup products. It has also found its application in the process of water elimination, i.e. dehydration in the course of the production. It is used to isolate proteins from diluted process flows (11).

The aim of this work was to look into the possibility for steepwater microfiltration in order to examine the influence of the operating parameters on the permeate flux during steepwater microfiltration. Another objective was to investigate the influence of static turbulence promoter on permeate flux during steep water microfiltration, in order to enhance permeate flux. Generally, the results and the optimization can serve for the determination of the suitable operating conditions for the steepwater concentration. The dry matter content could be reduced in the steepwater permeate and the process water in the starch industry could be reused. Thus, the consumption of the process water would be reduced and the nutrients from the steepwater could be exploited as a feed .

2. EXPERIMENTAL

Microfiltration experiments were conducted on the samples of steepwater, which were obtained from the corn starch wet milling plant „Jabuka“, Pančevo (Serbia). The procedure of microfiltration on a single-channel ceramic membrane with 100 nm pore sizes on the laboratory apparatus for microfiltration has already been published (12).

The central part of the apparatus is the module with the membrane inside. In this study, use was made of the ceramic membrane of GEA manufacturer (Germany). The membrane is single-channel,



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

250 mm length, with the inner diameter of 6.8 mm and outer diameter of 10 mm. The membrane is made of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ with TiO_2 layer. The active membrane surface equals 0.005 m^2 . The pore sizes of the membrane are 100 nm. This pore size is twice smaller than that usually used for starch wastewater, e.g. by Cancino-Madariaga and Aguirre (13). These authors used a $0.2\text{ }\mu\text{m}$ PVDF membrane of 7.5 m^2 . Their experiment was carried out in a real production plant on wastewater solutions with and without a prior sedimentation step. Šaranović et al. (12) investigated microfiltration of wheat starch wastewater on ceramic membrane with 200 nm pore sizes, and achieved a dry matter decrease of about 50–60%. For this investigation of steepwater microfiltration, the membrane with 100 nm pore sizes could be used because it contains smaller particles and no starch. Dry matter content was 6.5%, out of which proteins were 50%, lactic acid 26%, carbohydrates (as dextrose) 2.5%, and total ash 21.5%.

The static turbulence promoter used during experiments was the stainless steel Kenics static mixer. The static turbulence promoter was inserted inside the whole membrane tube and was fixed properly to avoid any movement due to the fluid flow (12).

The microfiltration experiments were planned based on a full 2^3 factorial designed experiment (14). In this experiment, the factors, i.e. the independent parameters were the transmembrane pressure (p) and flow rate (Q). Table 1 shows the values for the independent parameters which varied during the course of filtration.

Table 1. Varied values of independent variables

Independent variables	Q [L/h]	P [bar]
Varied values	50 / 150/ 200	1 / 2/ 3

Q - flow rate [L/h]

P - transmembrane pressure [bar]

The dependent parameters monitored during the process of microfiltration, permeate flux and dry matter content of permeate and retentate were determined at the beginning, during and at the end of microfiltration (4).

The determination of dry matter content in steepwater and of permeate and retentate was based on the following: defined volume of steepwater, permeate or retentate weight in the laboratory glass, with a known mass of the glass. The glass with the content of the sample was put in the water bath. When the water evaporated, the glass with the content was dried at 105°C to a constant weight.

The experimental data were processed with computer programmes Statistica for Windows 8.0 and Origin 6.1.

The membrane was cleaned before each experiment with 0.5% solution of Ultrasil 11. The effectiveness in membrane cleaning was assessed by examining the water flux recovery. The cleaning procedure was repeated until the 95% of original water flux was restored.

The influences of transmembrane pressure and flow rate on the permeate flux with the time were analyzed by means of a statistical multifactorial analysis of the experimental data (12).



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

Responses fitted with the polynomial model [1] of the second degree were: permeate flux without static mixer - J_{NSM} , and permeate flux with static mixer - J_{SM} :

$$z = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot y + b_{11} \cdot x \cdot x + b_{22} \cdot y \cdot y + b_{12} \cdot x \cdot y \quad [1]$$

where z - J_{NSM} or J_{SM} [$\text{l}/\text{m}^2\text{h}$], x - P [bar], y - Q [l/h] and $b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}, b_{12}$ - coefficients.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 compares the dependence of the fluxes of distilled water and steepwater on the transmembrane pressure for the microfiltration on the ceramic membrane with pore sizes of 100 nm at flow rate of 200 L/h, and at room temperature. It shows how many times are the permeate flux smaller compared to the water flux. The water flux is the basic parameter for flux comparison with the permeate steepwater flux. It is evident that the permeate flux of steepwater is 5-10 times reduced at transmembrane pressures of 1-3 bars compared to the water flux. Figure 1 shows just the preliminary experiments at the first few minutes of the microfiltration.

After this experiment, the main experiments were started based on a full 2^3 factorial design. At each combination of pressure and flow rate, the microfiltration were stopped after cca. 3 hours. Figures 2, 3, and 4 show the results of these experiments.

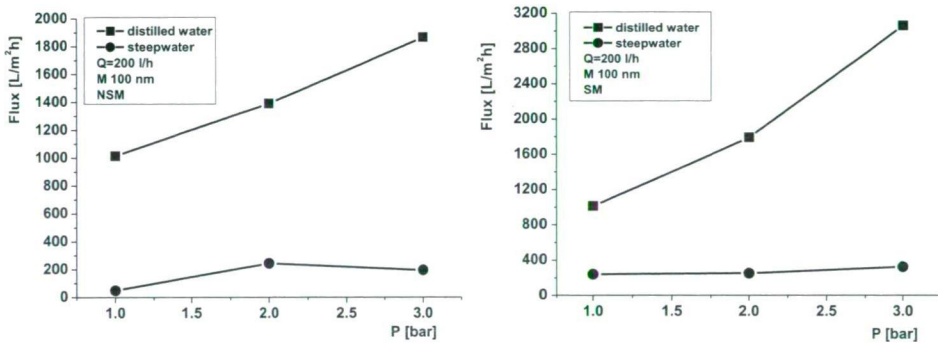


Figure 1. Dependence of the fluxes of distilled water and steepwater permeate on the P in the microfiltration on the ceramic membrane with pore sizes of 100 nm at Q of 200 L/h, at room temperature with (SM) and without (NSM) the static mixer

The results of fitting the experimental values of the permeate flux after 2.5 hours of microfiltration of the second-order polynomial are shown in Table 2.

The second-order polynomials (flux as a function of the pressure and flow rate) [2] and [3] stand for the case without and with the use of the static mixer, respectively:



The project is co-financed by the European Union



$$J_{NSM} = 18.74 - 23.1617 \cdot P + 0.3838 \cdot Q + 2.725 \cdot P^2 + 0.0264 \cdot P \cdot Q - 0.0015 \cdot Q^2 \quad [2]$$

$$J_{SM} = 199.0367 - 69.175 \cdot P - 1.2737 \cdot Q + 11.596 \cdot P^2 + 0.0264 \cdot P \cdot Q + 0.0044 \cdot Q^2 \quad [3]$$

They approximate well the experimental results for the system without ($R^2 = 0.85$) and with static mixer ($R^2 = 0.98$). The relatively high values of R^2 obtained for all responses indicate good fit of the experimental data to equation (12). The closer the value of R^2 to the unity, the better the empirical model fits the actual data (16). The significance of each coefficient was determined through the t-values. The larger the magnitude of the t-value the more significant is the corresponding coefficient. The polynomial model tested for the selected responses were significant at the 95% confidence level (p-value; 0.05, Table 2).

Table 2. Results of fitting the experimental values of the permeate flux, after 2.5 h of microfiltration

Factor	Without static mixer		With static mixer	
	value	t-value	value	t-value
b0	18.7400	0.33969	199.0367	4.72421
b1	-23.1617	-0.93401	-69.1750	-3.68837
b2	0.3838	0.57054	-1.2737	-2.50324
b11	2.7250	0.50156	11.5960	2.77319
b22	-0.0015	-0.68931	0.0044	2.70383
b12	0.0264	0.34360	0.0264	0.45431
R^2	0.85		0.98	

In order to facilitate comparisons of the significance of individual coefficients, they were expressed as a fraction of the largest t-values of the observed correlation (17). The significance of individual coefficients of average permeate flux correlation with or without static mixers are shown in Figure. 2. The most important linear factor influencing permeate flux during the 2.5 hours microfiltration without turbulence promoter is the pressure, as well as in the system with the turbulence promoter. Among the quadratic coefficients the greatest impact on the microfiltration process in the system without turbulence promoter has the suspension flow rate, while the most significant is quadratic effect of transmembrane pressure in the system with static mixer. The interaction between mentioned parameters is more important in the system without static mixer.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

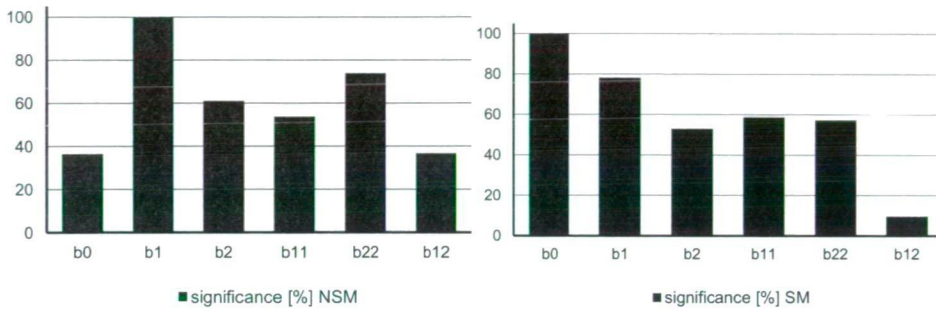


Figure 2. Significance of the individual coefficient of the average permeate flux correlation with and without static mixer

Based on the obtained experimental values and using the program *Statistica 8.0* a regression equation was obtained, which best describes the dependence of the flux on the transmembrane pressure and flow rate, and the graphs depicting two dependent variables are shown in Fig. 3. In the case without static mixer, the most important linear factor influencing the permeate flux without turbulence promoter is the pressure and the figure shows that the highest flux values without static mixer can be achieved (over 25 L/ m²h) when the flow rate is held around 150 L/h and the transmembrane pressure under 2 bars.

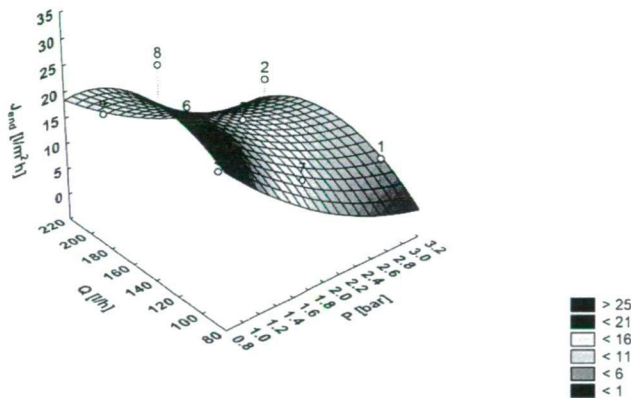


Figure 3. Dependence of the steepwater permeate flux on the P and Q for the microfiltration without static mixer

It could be expected that the permeate flux would increase with the transmembrane pressure. However, there is a negative effect of a higher transmembrane pressure: the cake layer may become more compact as the transmembrane pressure increases, leading to a greater flux reduction (16). At higher steepwater flow rates, with increasing transmembrane pressure, the permeate flux initially



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future

increases, eventually reaching a stationary value (18). A higher steepwater flow rate results in a higher tangential shear stress and the particles on the membrane surface are more unstable (19). Consequently, less cake mass can be formed under a higher flow rate, which leads to an increase in the average permeate flux. It can be noticed that with increasing flow rate at all transmembrane pressures, the average permeate flux in the system without static mixer increases.

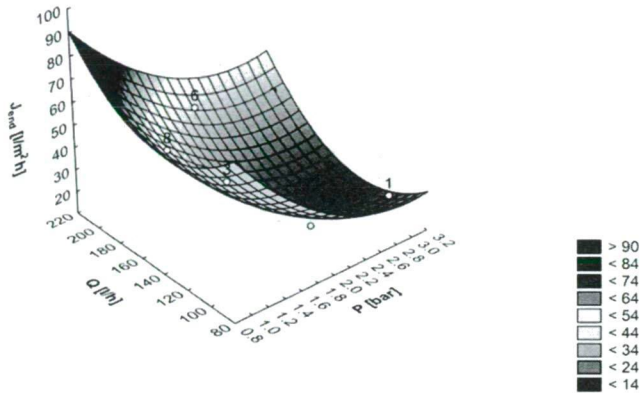


Figure 4. Dependence of the steepwater permeate flux on the P and Q in the microfiltration with static mixer

The effects of the transmembrane pressure and flow rate on the permeate flux in the system with static mixer are presented in Fig. 4. Evidently, the increases in the transmembrane pressure results in a decreased permeate flux at all flow rates. In the system with the presence of static mixer a steady state value of the permeate flux is not achieved with increasing transmembrane pressure, as it is the case in the system without static mixers. The main reason is that the turbulence promoter allows the creation of the secondary flow to improve mass transfer and mixing of fluids near the surface membrane, which also reduces the deposition (7). On comparing the values of permeate flux in the system with and without static mixers it can be seen that the increase in the permeate flux, achieved by increasing the transmembrane pressure at low flow rates and pressures is around 300%. The static mixer as turbulence promoter provides a high-speed flow and better mixing, and allows slower deposition of particles on the membrane surface and reduces the thickness of the cake (20). With the increase of steepwater flow rate, the permeate flux increases at all transmembrane pressures, but the flux increase is more evident increase at lower transmembrane pressures. At higher pressures, it may happen that some particles from steepwater penetrate into the membrane pores, decreasing thus the mixing effects.

Figure 5 clearly illustrates the flux decline during the time of microfiltration with and without the use of a static mixer under the same operating conditions. The flux decline without static mixer is very fast, and can be described by the following equation [4]:



The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
 creating
 common future 

$$J_{NSM} = 32.05 + 479.81 \cdot e^{(-t/0.84)} \quad [4]$$

where the R^2 is 0.98. From the picture, it can be seen that after just 5 minutes the flux declines from 352 to 50 $\text{l/m}^2\text{h}$. After that, until 225 minute the declination is slower, but it ends with 20 $\text{l/m}^2\text{h}$. The use of a static mixer during the ultrafiltration is much better. The flux decline is slower (at 129 minute the flux reaches 55 $\text{l/m}^2\text{h}$). The flux decline with the use of static mixer can be described by equation [5], where the R^2 is 0,99:

$$J_{SM} = 28.06 + 371.75 \cdot e^{(-t/44.49)} \quad [5]$$

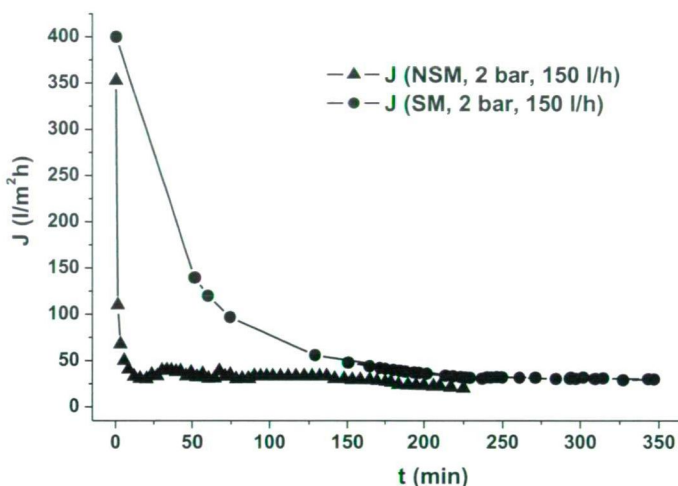


Figure 5. Time dependence of the steepwater permeate flux with (SM) and without (NSM) the use of the static mixer under the same operating conditions

The dry matter content of the retentate increased in average by 10%, and the dry matter content of the permeate decreased by about 20–40%, depending on the microfiltration mode (NSM or SM). This means that during the steepwater microfiltration permeate contains 40% less particles, and thus it can be considered for the use as recycled water in the corn starch production.

4. CONCLUSIONS

On the basis of the study of the effects of the steepwater microfiltration conditions, the following conclusions can be drawn:

- The permeate flux of steepwater is lower by 5-10 times compared to the water flux. Such an effect can be ascribed to the increased adsorption and adhesion of particles and solutes on the membrane, which leads to an effective decrease in the diameter of the pores and a decline in the permeate



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

flux. Such a change, i.e. flux decline, is explained by the concentration polarization and the formation of a layer containing wastewater compounds on the membrane surface.

- After 2,5 hours of microfiltration without static mixer, the maximum value of the permeate flux ($25 \text{ l m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) was achieved at the pressure under 2 bars and the flow rate around 150 l h^{-1} .
- By using static mixer, the maximal flux is around $90 \text{ l m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, which is almost 4 times higher than the flux value reached in the system without a static mixer.
- The dry matter content of the retentate increases in average by 10%, and the dry matter content of the permeate is lowered by about 20–40%, depending on the microfiltration mode (NSM or SM)

Acknowledgement

The authors acknowledge the financial support of the Secretariat for Science and Technological Development of the Province of Vojvodina through the project „Cookies and crackers with functional characteristics with special dietary needs“.

REFERENCES

1. European Commission: Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector. February 2003 (pdf), <http://eippcb.jrc.es> (accessed 10/09/2012).
2. European Commission: Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. Dated January 2006 (pdf), <http://eippcb.jrc.es> (accessed 10/09/2012).
3. Cheryan, M. (2009): Ultrafiltration Handbook. Lancaster, Basel, Technomic Publishing Co. Inc. (1986), 73-125.
4. Šereš, Z. (2009): Ultrafiltracija u industriji šećera. Monography, Zadužbina Andrejević, Beograd i Tehnološki fakultet, Novi Sad, 23-33.
5. Baker, R. W. (2004): Membrane Technology and Application, John Wiley & Sons, West Sussex, 2004:1-14, 161-189 p., 237-272 p.
6. Gupta, B. B., Howell, J. A., Wu, D. R. and Field, W. (1995): A helical baffle for cross-flow microfiltration. Journal of Membrane Science, 1995:99, 31–42 p.
7. Zhen, X.-H., Yu, S.-L., Wang, B.-F Zheng, H.-F. (2006): Flux enhancement during ultrafiltration of produced water using turbulence promoter. Journal of Environmental Science, 2006:18, 1077-1081 p.
8. Šereš, Z., Gyura, J., Djurić, M., Vatai, Gy. Jokić, A. (2010): Separation of non-sucrose compounds from sugar-beet syrup by ultrafiltration with ceramic membrane containing static mixer. Desalination, 2010:250, 136-143 p.
9. Yeh, H. M., Chen, H. Y. Chen, K. T. (2000): Membrane ultrafiltration in a tubular module with a steel rod inserted concentrically for improved performance. Journal of Membrane Science, 2000:168, 121-133 p.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 



10. Qaisrani, T. M. Samhaber, W. M. (2008): Flux enhancement by air dispersion in cross-flow microfiltration of a colloidal system through spiral wound module. *Global Nest Journal*, 2008:10, 461-469 p.
11. Rausch, K. D. (2002): Membrane Technology in the starch processing industry. *Starch/Stärke*, (2002): 54, 273- 284 p.
12. Šaranović, Ž., Šereš, Z., Jokić, A., Pajin, B., Dokić, Lj., Gyura, J., Dalmacija, B., Šoronja Simović, D. (2011): Re-duction of solid content in starch industry wastewater by microfiltration. *Starch/Starke*, 2011:63, 64-74 p.
13. Cancino-Madariaga, B. Aguirre, J. (2011): Combination treatment of corn starch wastewater by sedimentation, microfiltration and reverse osmosis. *Desalination*, 2011:279, 285-290 p.
14. Krstić, D. M., Tekic, M. N., Caric, M. D. Milanovic, S. D. (2004): Static turbulence promoter in cross-flow microfiltration of skim milk. *Desalination*, 2004: 163, 297-309 p.
15. Akhnazarova, S. Kafarov, V. (1982): Experiment optimiziation in chemistry and chemical engineering, MIR Publishers, Moscow, 1982:77-149 p.
16. Lee, Y. Clark, M. M. (1998): Modeling of flux decline during crossflow ultrafiltration of colloidal suspensions. *Journal of Membrane Science*, 1998:149, 181-202 p.
17. Djuric, M., Gyura, J. Zavargo, Z (2004): The analysis of process variables influencing some characteristics of permeate from ultra- and nanofiltration in sugar beet processing. *Desalination*, 2004: 169, 167-183 p.
18. Vladislavljevic, G. T., Vukosavljevic, P. Bukvic, B. (2003): Permeate flux and fouling resistance in ultrafiltration of depectinized apple juice using ceramic membranes. *Journal of Food Engineering*, 2003: 60, 241-247 p.
19. Hwang K.-J., Hsu Y.-L. and Tung K.-L.: Effect of particle size on the performance of cross-flow microfiltration, *Advanced Powder Technology* **17** (2006) 189-206.
20. Pal S., Bharihoke R., Chakraborty S., Ghatak S.K., De S. and Gupta S: An experimental and theoretical analysis of turbulence promoter assisted ultrafiltration of synthetic fruit juice, *Separ. and Purif. Tech.* **62** (2008) 659-667.



INFLUENCE OF SUGAR BEET DIETARY FIBERS ON COOKIES SHELF LIFE

*D. Šoronja-Simović¹, B. Pajin¹, M. Sakač², Z. Šereš¹,
I. Lončarević¹, I. Nikolić¹*

¹Faculty of Technology, University of Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia

²Institute of Food Technology, University of Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia

ABSTRACT

The structure and composition of sugar beet fibers, a unique combination of naturally occurring soluble and insoluble fibers and calcium, result in many beneficial physiological and functional properties. Sugar beet dietary fibers have also antioxidant properties, and have been successfully used in the formulations of cookies to improve their functional characteristics. The aim of this work was to investigate the influence of sugar beet fibers on cookies shelf life, comparing with commercially available sugar beet fibers - Fibrex. Control cookies and cookies with sugar beet fibers (0, 7, 9 and 11%) were tested every 7 days by DPPH radical scavenging activity, expressed as IC₅₀ values, during 6 weeks of storage.

The obtained results indicated that the substitution of wheat flour with dietary fibers in the cookies upgrades their antioxidant activity and prolongs their shelf life. The highest antioxidant activity, and lowest IC₅₀ values (about 0,49 g/ml) were measured in the cookies with 11% of sugar beet fibers three weeks of storage. The cookies containing 9% of Fibrex has the best antioxidant properties (IC₅₀ 0.58 g/ml) after six weeks of storage.

1. INTRODUCTION

Nowdays it is impossible to imagine the diet without functional food. They are beverages with beside their nutritive value, have good effect on human health [1, 2]. Possibility of dietary fibers application are wide-spread: bakery products, pastry, meat products, soup, snack products, sweets, muesli products.

It is recommended the daily intake of dietary fibers in amount of 25–35 g. These dietary fibers amount is very hard to reach by consuming the food rich in dietary fiber. In this case additive from sugar beet is a very good solution [3]. They are different in structure and composition from cereal fibers. They do not contain phytic acid, that is the reason they do not inhibit the mineral resorption [4] but they have a very good water holding capacity. Drying method and fibers particle size has a great influence of water holding capacity [5]. Sugar beet dietary fibers behave themselves as a weak monofunctional resins with cationic exchange. Their ion-binding ability is proportional to concentration of non-methyl residues of galacturonic acids [6]. Sugarbeet dietary fibers are good sources of antioxidants too [7]. Ferulic, gentisic and p-coumaric acid have been identified and reported to be predominant phenolic acids in the ethanolic extract of sugarbeet pulp [8]. They are proved to be relatively potent antioxidants [9]. Because cookies contain fat in their formulation, they could oxidize during storage, producing various oxidation products which cause rancidity and deterioration of their sensory properties [10] Therefore shelf-life is one of the major considerations in developing the formulation of cookies. Therefore sugar beet dietary fibers were used in the formulations of cookies to improve their functional characteristics. With sugar beet fibers as the source of dietary fibers, cookies achieve better sensory characteristics [11].



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

Due to the good results of antioxidant activity of the sugar beet fibers, it is indicated to investigate the effect of sugar beet dietary fibers on cookies shelf life.

2. MATERIAL AND METHODS

Materials - Sugar beet fibers are prepared from from sugar beet pulp obtained from sugar factory “Šajkaška”, Žabalj. The sugar beet pulp was dried, powdered and sieved. The sugar beet fibers powder used in cookies are with particle size under 150 μm [12]. The physico-chemical characteristics of sugar beet dietary fibers are determined according to the AOAC methods [13]: dry substance 93.11%, protein 8.96%, minerals 4.28% in dry substance, total fibers 75.0%. The commercially available sugar beet fibers are Fibrex (Nordic Sugar, Sweden) with particle size smaller than 125 μm . The physico-chemical characteristics of Fibrex are determined according to the AOAC methods [13]: dry substance 91.05%, protein 9.16%, minerals 3.81% in dry substance, total fibers 74.2%.

Preparation of cookies - Cookies were prepared according to the basic formula which was the formulation of control cookies without fiber as well (all ingredients are calculated on the % wet basis, w/w): wheat flour T-500 55.5%, powdered sugar 19.4%, vegetable oil 11.5%, table salt 0.3%, sodium bicarbonate 0.2%, ammonium bicarbonate 0.1% and water 13%. The 7%, 9% and 11% of wheat flour T-500 was substituted with sugar beet fibers (DF) or Fibrex (F). The mixture of flour, vegetable fat and powdered sugar was mixed using a laboratory type mixer for 5.5 min at low speed (60 min^{-1}). After that all other components dissolved in water were added and mixture was kneaded for 15 min. The dough was rested at 20 $^{\circ}\text{C}$ during 3h and was shaped into circular form of 46 mm diameter and 5 mm thick. The cookies were baked in oven at 230 $^{\circ}\text{C}$ for 15 min.

DPPH radical scavenging activity - DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) test was used to determine the antioxidant activity and it was examined with the aim of determining the capability of donating H-atoms, or "scavenging" effect, using the DPPH method [7].

DPPH radical scavenging activity test were applied to cookies. Preparation of the methanolic extracts of cookies was carried out reported by Fan et al. [14] and according Sakač et al. [15]. scavenging activity test was carried out according to the modified method of Hatano et al. [16].

The ability to scavenge the DPPH (RSC – radical scavenging capacity in %) was calculated by the eq. (1):

$$\text{RSC} = 100 - (A_{\text{sample}} - 100 / A_{\text{control}}) \quad (1)$$

where A_{sample} is the absorbance of the test sample (DPPH solution plus test sample) and A_{control} is the absorbance of the control (DPPH solution without sample). The IC_{50} value (mg/ml) was defined as the concentration of an antioxidant extract which was required to quench 50% of the initial amount of DPPH under the given experimental conditions. It was obtained by interpolation from linear regression analysis.



The project is co-financed by the
European Union



3. RESULTS AND DISCUSSION

The Figure 1. shows the required concentration of cookies with different quantity of sugar beet fibers, in order to achieve a reduction of 50% of present DPPH free radicals (IC_{50}) depending on the storage time. The lower IC_{50} values of cookies indicates a higher antioxidant activity, or better shelf life of the tested cookies.

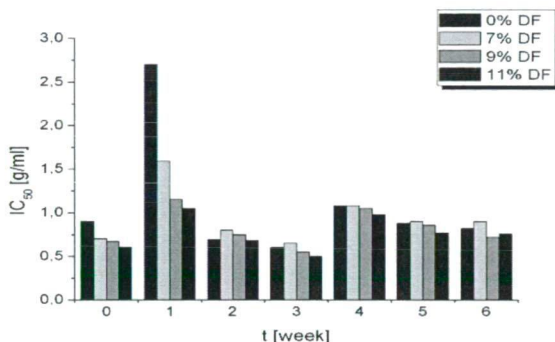


Figure 1. IC_{50} values of dietary fibers enriched cookies during six weeks stored

Based on the results presented in Figure 1. it is noted that the IC_{50} value generally decreases with the increase of quantity of dietary fibers in the cookies during the weeks of storage. Cookies with 9% of dietary fibers have the lowest IC_{50} value in the sixth week of storage. In the mentioned week there is a distinct trend of change in IC_{50} values depending on the share of dietary fibers in cookies compared to the other weeks. It is assumed that the change of antioxidant activity of cookies rich in dietary fibers in the sixth week is also a result of certain chemical changes in the cookies.

The lowest IC_{50} values, or the best antioxidant properties belong to cookies in the third week of storage. The IC_{50} value of cookies with 11% and 7% fibres in this week was 0.49 g/ml and 0.61 g/ml, respectively.

The obtained results confirm that an increasing the share of dietary fibers in cookies of 4% leads to a decrease of IC_{50} value for 0.12 g/ml.

Control cookies (without dietary fibers) during all six weeks of storage have a higher IC_{50} values compared to fibers enriched cookies, which confirms the assumption of a positive impact of dietary fibers on cookies shelf life.

The necessary concentration of cookies with Fibrex, in order to achieve a reduction of 50% of present DPPH free radicals (IC_{50}), depending on the storage time is shown in Figure 2.



The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
 creating
 common future

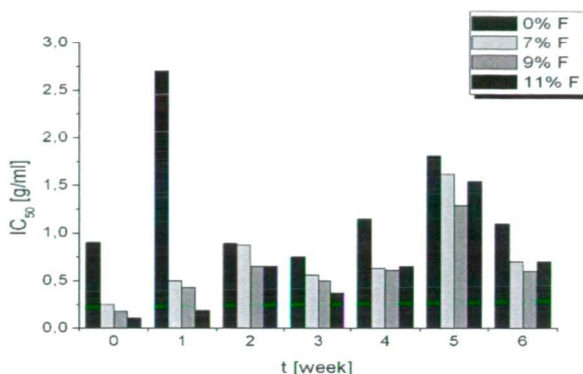


Figure 2. IC₅₀ values of Fibrex enriched cookies during six weeks stored

The results indicate that the IC₅₀ values also decrease with the increase in the share of dietary fibers in cookies till the fourth week of storage. It can be concluded that in the fourth week of storage the IC₅₀ values for cookies with Fibrex share of 7%, 9% and 11% are almost equal, amounting to an average of 0.63 g/ml. In the fifth week of storage there is a significant increase in IC₅₀ value above 1.2 g/ml. It is assumed that fifth week of storage leads to change of antioxidant capacity of cookies because of chemical changes occurring in them, while the best shelf life is achieved in the sample with 9% Fibrex.

IC₅₀ values of Fibrex enriched cookies after seven days of storage (1 week) were the lower than the IC₅₀ values in the next six weeks of storage. In that week the cookies with 7% of Fibrex have a value of IC₅₀ in the range of 0.13 to 0.24 g/ml. Since the control sample has the highest IC₅₀ value (0.90 g/ml) it is obvious that Fibrex has a positive antioxidant effect on cookies. In the sixth week it is observed decline of IC₅₀ value in cookies with Fibrex added up to 0.58 g/ml. The best antioxidant properties, or the best shelf life is registered in cookies with the addition of 9% of Fibrex.

Control cookies without the addition of dietary fibers during the six weeks of storage have a higher IC₅₀ values compared to cookies with Fibrex added, which confirms the assumption of better shelf life of cookies with the addition of dietary fibers.

The Figures 3. and 4. show the determination of RSC of cookies with the addition of dietary fibers and Fibrex depending on storage time and their share in cookies. Within the graphic there is regressive equation (2) with six members, which was obtained based on experimental values of storage time and share of fibers depending on the RSC.

$$\text{RSC} [\%] = b_0 + b_1 \cdot C + b_2 \cdot t + b_{11} \cdot C \cdot C + b_{12} \cdot C \cdot t + b_{22} \cdot t \cdot t \quad (2)$$

In this equation b₀, b₁, b₁₁, b₁₂ and b₂₂ are regression coefficients, C (%) is share of fibers in cookies and t (week) is storage time. The data obtained presented in Figure 3. indicate that the cookies with dietary fibers at the level of 10 - 11% have the highest antioxidant activity of about 55%.



The project is co-financed by the European Union



$$\text{RSC } [\%] = -182,07 + 42,78 \cdot C + 22,72 \cdot t - 2,31 \cdot C \cdot C + 0,31 \cdot C \cdot t - 3,43 \cdot t \cdot t$$

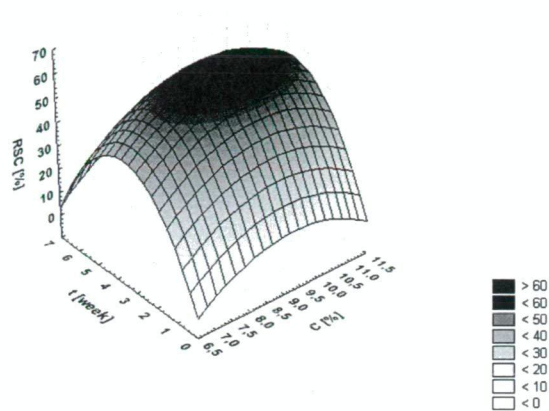


Figure 3. RSC values of cookies in the function of dietary fiber quantity and the storage time

Also, it can be concluded that the best results, or the most expressed antioxidant activity in the fibers enriched cookies is achieved in the third week of storage. These observations are consistent with the conclusions derived from the results of determining the IC_{50} (Figure 1).

The results of RSC for cookies with the addition of Fibrex were presented in Figure 4. The greatest values of RSC, as well as in samples with sugar beet dietary fiber, can be achieved with the addition of 9 - 11% of Fibrex, in the initial week of storage. The mentioned values are at level of 90% that is significantly higher than the RSC values in cookies with dietary fibers in the third week of storage (55%).

$$\text{RSC } [\%] = -182,07 + 42,78 \cdot C + 22,72 \cdot t - 2,31 \cdot C \cdot C + 0,31 \cdot C \cdot t - 3,43 \cdot t \cdot t$$

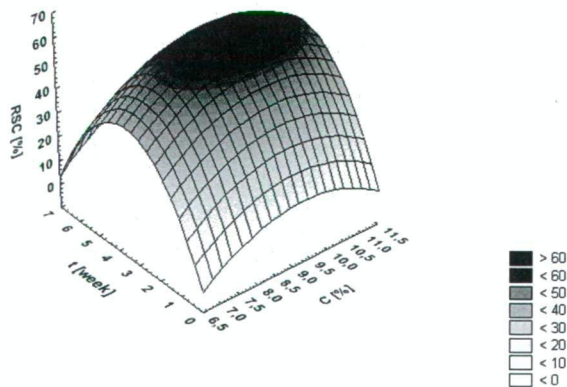


Figure 4. RSC values of cookies in the function of the Fibrex quantity and the storage time



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

In the sixth week of storage it is also observed high RSC value of about 75% in cookies containing 9 - 11% of Fibrex. The results obtained by statistical regression analysis are consistent with the results for IC_{50} presented in Figure 2.

4. CONCLUSION

Based on the results of analyzing the influence dietary fibers on the antioxidant properties and prolongation of shelf life the following can be concluded:

- In the initial week of storage the IC_{50} values of cookies with fibers range from 0.59 to 0.70 g/ml. Increasing the quantity of dietary fibers in cookies for 4% leads to a decrease of IC_{50} for 0.11 g/ml. The lower IC_{50} values compared to the control sample (0.9 g/ml) verify a positive antioxidant effect of dietary fibers.
- The cookies with 11% dietary fibers in the third week of storage have the highest antioxidant activity - RSC about 55%.
- The cookies containing 9% of Fibrex have the best antioxidant properties (IC_{50} 0.58 g/ml), or shelf life in the sixth week of storage.
- The highest value of RSC is noticed in cookies with 9 - 11% Fibrex in initial and sixth week of storage, about 90% and 75%, respectively
- IC_{50} values of cookies with Fibrex were higher in comparison to those obtained for cookies with similar quantity of dietary fibers by about three times.
- Control cookies during all six weeks of storage have a higher IC_{50} value than cookies with Fibrex, which confirms the assumption of better shelf life of fibers enriched cookies.

ACKNOWLEDGMENT

The authors thank to the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia, for the support (Project: TR 31014).

REFERENCES

1. Kritchevsky, D. (2001): Dietary Fibre in Health and Disease in Advanced Dietary Fibre Technology. In: Advanced Dietary Fibre Technology, Eds. B.V. McCleary and L. Prosky (Eds.), Blackwell Science Ltd Oxford, Great Britain.
2. Roberfroid, M. (2000): What makes food functional? Page 3-10 in: Proceedings of Euro Food Chem. X. Functional Foods, Budapest, Hungary.
3. Wisker, E., Feldheim, W., Pomeranz, Y., Meuser, F. (1985). Dietary Fibre in Cereals, Chapt. 4 in: Advances in Cereal Science and Technology, Vol VII, AACC, St. Paul, MN.
4. Coudray, C., Bellanger, J., Castiglia-Delavaud, C., Rémésy C., Vermorel, M., Rayssiguier, Y. (2003): Effect of soluble or partly soluble dietary fiber supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men. European Journal of Clinical Nutrition, 2003;51, 375-380 p.



The project is co-financed by the
European Union



5. Thibault, J-F., Renard, C., Guillon, F. (2001): Sugar Beet Pulp-Production, Composition, Physicochemical Properties, Psysicological Effects, Safety and Food Applications, Institut National de la Recherche Agronomique, Nantes, France
6. Dronnet, V., Renard, C, Axelos, M., Thibault, J-F. (1997): Binding of divalent metal cations by sugar-beet pulp. *Carbohydrate Polymers*, 1997:34, 73-82 p.
7. Sakač, M., Gyura, J., Mišan, A., Šereš, Z. (2009): Antioxidant properties of sugarbeet fibers. *Sugar Industry*, 2009:134, 418-425 p.
8. Sakač, M., Peričin, D., Mandić, A., Kormanjoš, Š. (2004): Antioxidative properties of ethanolic extract of sugarbeet pulp. *Acta Periodica Technologica*, 2004:35, 255-264 p.
9. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E, Berset, C. (1995): Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 1995: 28, 25-30 p.
10. Reddy, V., Urooj, A., Kumar, A. (2005): Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application in biscuits. *Food Chemistry*, 2005:90, 317-321 p.
11. Koxsel, H., Ozboy, O. (1999): Effects of sugar beet fibre on cookie quality. *Sugar Industry*, 1999:7, 542-544 p.
12. Sakač, M., Gyura, J., Mišan, A., Šereš, Z., Pajin, B. (2010): Antioxidant properties of cookies supplement with sugar beet dietary fibre. Page 441 – 455 in: *Dietary fibre: new frontiers for food and health*, J. W. van der Kamp, J. Jones, and B. McCleary (Eds.), Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
13. Official Methods of the AOAC. (1990): Total dietary fiber in foods and food products. Method 985.29. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, USA.
14. Fan, L., Zhang, S., Yu, L., Ma, L. (2006): Evaluation of antioxidant property and quality of breads containing *Auricularia auricular* polysaccharide flour. *Food Chemistry*, 2006:101, 1158-1163 p.
15. Sakač, M., Gyura, J., Mišan, A., Šereš, Z., Pajin, B., and Šoronja Simović, D. 2011. Antioxidant acitvity of cookies supplemented with sugarbeet dietary fiber. *Zuckerindustrie/Sugar Industry*. 136 (3):151-157.
16. Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T., and Okuda, T. 1988. Two new flavonoids and other constituents in licorice root: Their relative astringency and radical scavenging effects. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 36:2090-2097.



The project is co-financed by the
European Union



A MEMBRÁN-SZEPARÁCIÓ KUTATÁSA A FOLYAMATMÉRNÖKI INTÉZETBEN

*Hodúr Cecilia, Beszédes Sándor, Kertész Szabolcs, László Zsuzsanna, H. Horváth Zsuzsanna,
Keszthelyi-Szabó Gábor*

ABSTRACT

Membrane separation processes have been widely developed in the last decades. In our work was focused on the main properties and configuration of the different membrane operations, and the theoretical background of membrane transport phenomena. Furthermore, experimental results of the Department of Process Engineering of the University of Szeged was summarized related to investigation of membrane processes in combination with different pre- and post-treatments for food technology applications, food industry byproducts and waste utilization.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban a membrán szeparációt permszelektív elválasztási műveletként értelmezzük, tehát a membrán egyszerre permeábilis és szelektív, vagyis csak az oldatok bizonyos komponensei számára átjárható ez a permeátum fázis, a többi részt pedig visszatartja, ami a koncentrátum fázist adja. A két új fázis összetétele a membrán és a betáplált fluidum kölcsönhatásától függ elsősorban, és kisebb mértékben a folyamat paramétereitől. A transzportfolyamatot létrehozó hajtóerő igen sokféle lehet: nyomás-, koncentráció-, kémiai potenciál-, vagy elektrokémiai potenciál- és hőmérséklet különbség vagy ezek kombinációja.

Az élelmiszeriparban a leggyakrabban és a legelterjedtebben a nyomás különbséget alkalmazzuk hajtóerőként. Ebbe a csoportba tartozó műveletek a mikroszűrés, az ultraszűrés, a nanoszűrés és a hiper szűrés, illetve a szakirodalomban elfogadott terminológiával (a fordított ozmózis).

A mikroszűrés (MF) klasszikus szűrési műveletnek tekinthető, a szítahatás érvényesül, mechanikus leválasztás történik. A membrán pórusmérete a meghatározó szeparációs faktor.

Az egységnyi felületen, egységnyi idő alatt átáramlott anyagmennyiséget, a fluxust (J) egy egyszerű, kapilláris áramlási modell segítségével írhatjuk le, amely modell a kapillárisokon keresztül történő lamináris áramlások Hagen - Poiseuille egyenlettel kifejezhető összefüggésén alapul.

$$J = \frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta p A}{\eta(R_M + a(V/A)^b)} \quad (1)$$

amely összefüggésben: a – eltömődési koefficiens, b – eltömődési konstans, J – a szűrletfluxus [$L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$], A – az aktív membrán felület [m^2], V – a permeátum térfogata [m^3], t – a szűrési idő [s]. A leválasztott részecskék mérettartománya $0,05 - 10 \mu m$. A leggyakoribb felhasználási területek a sterilizálás (tejipar), tükrösítés (sör, bor, üdítőital gyártás), membrán bioreaktorok, szennyvíz kezelés, fémvízszennyvíz, vagy az olaj-víz emulziók szétválasztása.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

Ultraszűrés (UF) esetében a fluxus értéke minden esetben kisebb, mint a tiszta oldószerekkel mért fluxus értékek, és az oldatok fluxusa független az alkalmazott nyomáskülönbségtől, ezért más mechanizmusok hatását is fel kell tételeznünk. Az oldószer membránon keresztül történő átáramlása miatt a falnál megnő az oldat koncentrációja (c_w) és folyamatosan növekszik mindaddig, amíg el nem éri a gél-képződési (gél-kialakulási) koncentráció szintjét (c_g). Az oldat belsejében mérhető koncentráció értéke: c_b .

Egyensúlyi állapot esetében ez a koncentráció különbség, mely a membrán felülete és az oldat belseje között ily módon kialakul egy ellentétes irányú diffúzióknak lesz a hajtóereje (D – diffúziós együttható, [m^2/s]). Természetesen a két áramlás kiegyenlíti egymást:

$$J_c - D \frac{dc}{dx} = 0 \quad (2)$$

Olyan membránt feltételezve, ahol rendkívül éles az elválasztás, azaz c_2 a permeátumban mérhető koncentráció rendkívül kicsi, a fenti egyenlet integrálása után a következőt kapjuk:

$$J = \frac{D}{\delta} \ln \frac{c_w}{c_b} \quad (3)$$

ahol δ azt a távolságot jelöli, amely után a membránnál mért koncentráció érték eléri az oldatra jellemző c_b koncentrációt. A c_w/c_b hányados adja meg a koncentráció polarizáció értékét. Turbulens áramlásnál δ -t definiálhatjuk, mint az anyagátadási határréteg vastagságát és D/δ értéke az anyagátadási koefficiens. Ultraszűrés esetében a leválasztható „részecskeméret” a nagy molekulájú szerves molekulák mérettartományát fedi le. Az 1-500 nm, alkalmazási terület ebből adódóan: tejipar (tejsűrítés és savó fehére-szeparáció, sajt készítés), keményítőkészítés, elektrofestésnél visszanyerés, gyógyszeripar (enzimek, antibiotikumok), textilipar (indigókészítés), olaj-víz emulziók szétválasztása.

A hiperszűrésnél (RO) és a nanoszűrésnél (NF) az alkalmazott membrán félig-áteresztő, szelektív hártaként működik, amely csak a vizet (RO) ill. néhány, főként egyértékű ionokat enged át. A RO és NF-nél, az UF és MF-vel szemben, az adszorpciós és az oldékonysági tulajdonságok is szerepet játszanak a mechanikus szétválasztáson túl.

Az RO és a NF térfogatáramát leíró egyenlet az UF egyenletéhez hasonló, ám a nyomáskülönbségen és az ellenállási tényezőn (R_f) kívül figyelembe kell venni az ozmotikus nyomáskülönbséget (π) a membrán két oldala között és az ozmotikus ellenállási tényezőt (R_o):

$$J = \frac{P}{R_f} + \frac{\pi}{R_o} \quad (4)$$

Valamennyi membránszűrés eljárást célszerű keresztáramú szűrésként végrehajtani, mert így a betáplált áram magával ragadja a membrán felületére kirakódott „részecskéket”, folyamatosan frissíti a felületet, így hosszabb és nagyobb kapacitású szeparáció lehetőségét teremti meg.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



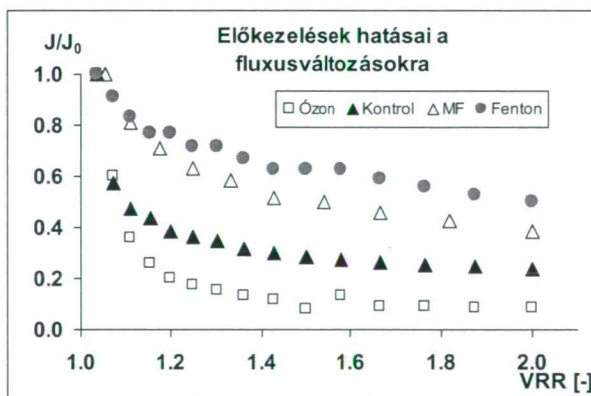
2. KOMBINÁLT MEMBRÁNSZŰRÉSI VIZSGÁLATOK

Az élelmiszeriparhoz kötődő membrántechnikai alkalmazások egyre növekvő hányadát teszik ki a membrános környezettechnikai eljárások, mint például a szennyvízkezelés. Az élelmiszeripari szennyvizekre jellemző, magas szerves anyag tartalom több, különböző megoldandó feladatot jelölt ki a SZTE Mémőki Kar Folyamatmérnöki Intézetének kutatócsoportja számára. Az egyik ilyen terület a gazdag szervesanyag tartalom hasznosíthatóságának kérdése, a másik pedig a környezeti terhelés, vagy környezetszennyezés csökkentésének kérdése.

Környezetszennyezéssel kapcsolatos, környezetvédelmi szempontú kutatásaink során pl. vizsgáltuk a nehézfémek speciális ultraszűrési technikával történő eltávolíthatóságát, a finnországi Oulu-i egyetemmel együttműködve (Kertész és mtsi., 2009). Több évre visszanyúlóan folyamatosan vizsgáljuk az anionos detergenseknek technológiai vizekből és tejipari szennyvizekből történő eltávolításának és visszanyerésének lehetőségeit (Mlinkovics és mtsi, 2006, László és mtsi, 2007, Kertész és mtsi, 2008), továbbá a különböző víztisztítási eljárások együttes hatását és adaptálhatóságát, pl. membrános műveletekkel megelőző, vagy azokhoz kapcsolt ózonozás, Fenton reakció (László és mtsi, 2009).

Bizonyítottuk, hogy az alkalmazott módszerek közül a Fenton-reakcióval történő kezelés bizonyult a leghatékonyabbnak, az ilyen módon előkezelte szennyvíz esetében volt mérhető a legmagasabb ultraszűrési permeátum fluxus (1. ábra) és a legjobb szennyezőanyag visszatartás.

A nitrogén tartalmú vegyületek eltávolításra vonatkozóan is a Fenton-reakció bizonyult a leghatékonyabb előkezelési módszernek (84% eltávolítási hatékonyság, ami 38%-al magasabb a kontrollhoz képest). Bebizonyosodott az is, hogy a membránszűrés előtti ózonkezelés növeli a membrán kémiai oxigénigényre és biokémiai oxigénigényre vonatkoztatott visszatartási értékeit.



1. ábra: Különböző módon előkezelte tejipari szennyvíz relatív UF fluxus értékei a sűrítési arány függvényében

Megvizsgálva a retentátum biológiai bonthatóságát azt tapasztaltuk, hogy az ózonnal kezelt szennyvízből visszamaradt koncentráció biológiai bonthatósága jelentősen megnőtt, vagyis a makromolekulák részleges oxidációja következtében mikroorganizmusok számára gyorsabban

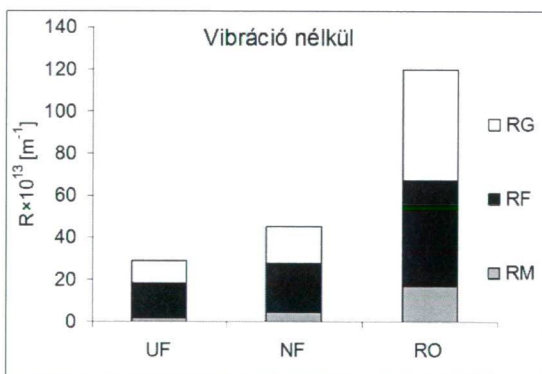


The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future

bontható, mint az ózonnal nem kezelt szennyvíz összetevői. Ezek alapján a membránszűrés alkalmas módszernek bizonyult a tejipari szennyvíz szennyezőanyag-tartalmának határérték alá való csökkentésére oly módon, hogy az eljárás során keletkező hulladék (koncentrátum fázis) kisebb környezeti és mikrobiális kockázattal rendelkezik és további biológiai hasznosítása is biztosítható (László és mts, 2007).

A membránok felületén létrehozott nyíróerő bizonyítottan növeli a permeabilitást. Vibrációs membránszűrő berendezésünkkel végzett méréseink üzemi tejipari szennyvíz membránszűrése során mind az ultraszűrés, mind a nanoszűrés valamint a reverz ozmózis esetén is ezt bizonyították (Hodúr és mtsi, 2009). A vibráció nagymértékben csökkenti a membrán felületén kialakuló polarizációs réteget, csökkentve ezzel az összes ellenállás értékét. Kísérletileg igazoltuk, hogy a gélréteg ellenállás csökkentésében játszik legnagyobb szerepet a vibráció, ami azt mutatja, hogy a vibráció alkalmazásának előnye leginkább a membrán felületén lerakódó anyagok csökkenésében rejlik, bár csökkentette (de jóval kisebb mértékben) az eltömődési ellenállási értékeket is (2-3. ábra). A vibráció alkalmazása a fluxus értékeken túl a visszatartási értékeket is pozitívan befolyásolja, vagyis nemcsak a membránszűrés technológia kapacitása növelhető, hanem a nyert permeátum minőségi paraméterei is jobbak. A legmagasabb kémiai oxigénigény (KOI) visszatartási érték növekedés az ultraszűrésnél tapasztaltuk (12% körüli). A 240 Da-os pórusméretű nanoszűrővel és az 50 Da-os reverz ozmózis membránnal sikerült tartani a szűrletekre vonatkozóan a Magyarországon érvénybe lépő 204/2001. (X. 26.) Korm. Rendelet kibocsátási határértékeit, amely szerint közcsatornába eresztés esetén a KOI értéke nem haladhatja meg az 1200 mg/l-t. Emellett a reverz ozmózis membránnal még az élővizekre vonatkozó 150 mg/l-es határértéket is sikerült teljesíteni.



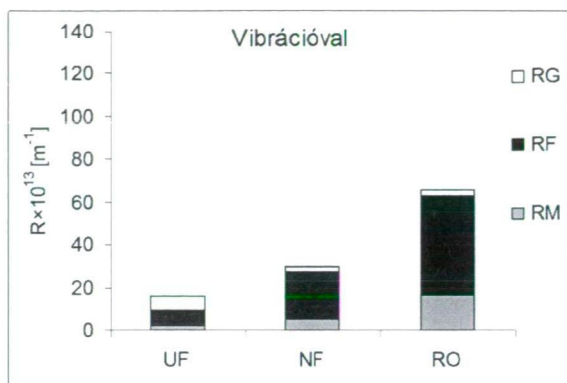
2. ábra: Az ellenállási értékek kialakulása a besűrítések során (RG – gélréteg ellenállás, RF – eltömődési ellenállás, RM – membrán ellenállás)



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future





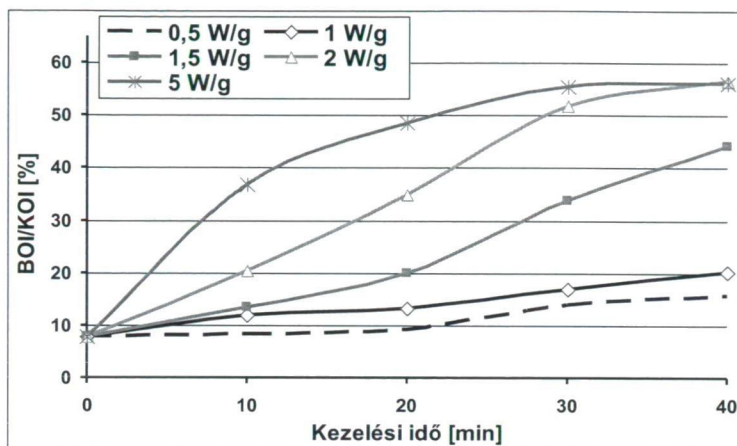
3. ábra: Az ellenállási értékek százalékos megoszlása a besűrítések során (RG – gélréteg ellenállás, RF – eltömődési ellenállás, RM – membrán ellenállás)

Az előzőekben említett, élelmiszeripari szennyvizek és szennyvíziszapokra jellemző, magas szervesanyag tartalom hasznosíthatósági kutatásai során a még viszonylag új módszernek tekinthető mikrohullámú iszapkondicionálás vizsgálatával foglalkoztunk. Az iszapok szervesanyag tartalmának hasznosítása nemcsak a végleges hulladékok mennyiségének és környezetterhelésének szempontjából fontos, hanem például anaerob stabilizálás esetében energiaellátási, komposztálás esetében pedig a talajerő utánpótlás szempontjából is jelentős.

Az iszapok esetében a kezelések hatékonyságát jelző paraméterekként a kémiai oxigénigény mérésből származtatott vízdítható szervesanyag frakció arányának változását és a kezelést követő anaerob fermentációs eljárásban keletkező biogáz mennyiségét elemeztük.

A mérési eredményeink azt mutatták, hogy a mikrohullámú energiaközlés tejipari eredetű elővíztelenített szennyvíziszap esetében növelte a szerves anyagok vízdíthatóságát; a kezdeti kb. 9%-os értéket kb. 58%-ra, a szerves anyag tartalom belül a biológiai oxidálható frakciók mennyiségét a kezdeti 8%-ról 55% fölé emelte (Beszédes és mtsi, 2011).





4. ábra: Tejipari iszap biológiai bonthatóságának változása mikrohullámú előkezelések hatására (kezelési intenzitás W/g egységekben)

A mikrohullámú energiaközlés a biológiai lebonthatóság megnövelésével elősegíti a biogáz képződést is. Méréseink alapján azt tapasztaltuk, hogy az alkalmazott mikrohullámú előkezelés nemcsak a termelődő biogáz összes mennyiségét, hanem az anaerob fermentáció sebességét is növeli, különösen a kezdeti adaptációs fázis lerövidülése révén (Beszédes és mtsi, 2008, Beszédes és mtsi, 2009). Ezek a hatások előnyösek lehet például a biogáz-rothasztók hidraulikai tartózkodási ideje, valamint a fajlagos kitermelési mutatók szempontjából is.

Összességében tehát megállapítható, hogy a mikrohullámú iszapkondicionálási módszer jó hatékonysággal adaptálható az élelmiszeripari szennyvizek membránszűrési eljárásai során keletkező koncentrátnak, valamint a szennyvíziszap kezelési eljárásokba. Alkalmazása mind a aerob, mind pedig az anaerob biológiai hasznosítás esetében előnyös. A mikrohullámú kezelések az iszap szervesanyag tartalmának oldhatóságát növeli. A mikroorganizmusoknak a szubsztrát felhasználásában bekövetkező pozitív változásait eredményezi, biztosítva ezzel az iszapok talajérő utánpótlásra való alkalmazhatóságát és a bioenergetikai hasznosítását. A bio-transzformációs folyamatokban visszamaradó hulladék szervesanyag tartalmának csökkenésével azok környezetterhelő hatása is csökkenthető.

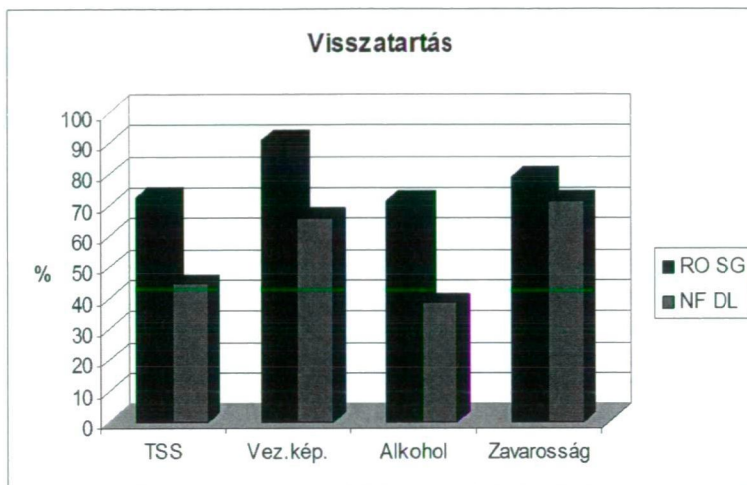
Kutatási-fejlesztési és innovációs aktivitásunk természetesen kiterjednek a klasszikus membrántechnikai felhasználási területekre is, az italipari felhasználási lehetőségek bővítésére.

Ilyen lehetőséget jelent például a csökkentett alkoholtartalmú bor-sűrítmények készítése például. Borsűrítési kísérleteinket reverz ozmózis és nanoszűrő membránnal végeztük. A reverz ozmózis membrán az értékes komponenseket 20-30%-al nagyobb mértékben tartja vissza, mint az NF membrán, azonban az alkoholra az NF membrán szelektivitása kisebb.



The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
*creating
 common future*



5. ábra: Jellemző komponensek visszatartási értékei a bor reverz ozmózis (RO) és nanoszűrése (NF) esetén.

Emellett a bor színanyagai is nagymértékben visszatarthatóak ezen eljárásokkal, tehát a készített borsűrítvényekben az egészségre pozitív hatással bíró polifenolok és antociánok földúsulnak, így a kapott sűrítvény, különböző egészségkárosodásban szenvedő betegek esetében hatékony immunerősítő szerepet tölthet be.

A membrántechnikát a gyümölcsle gyártás különböző területein már széles körben alkalmazzák, de kísérleteinkkel bizonyítottuk, hogy jelentős fluxusérték növekedés érhető el enzimikus előkezelések segítségével, pl. különböző bogyós gyümölcsök: fekete ribizke, bodza, piros ribizke, membrános besűrítése során (Hodúr és mtsi, 2009, Pap és mtsi, 2009).

Az előkezelésekhez *Aspergillus aculeatus* által termelt pektinázt (pektin-metil-észterázt) és Novozim 188 kereskedelmi névvel ellátott, *Aspergillus Niger* által termelt cellobiáz (β -glükozidáz) enzimet alkalmaztunk. Az enzimkezelésekkel a gyümölcslevekben lévő rostokat és egyéb vízoldhatatlan cellulóz-frakciókat bontva a viszkozitás és a membrán-eltömődést okozó komponensek mennyisége is hatékonyan csökkenthető (Szép és mtsi, 2009).

A szűrési-, besűrítési kísérletek és a szűrési ellenállások meghatározása alapján elmondható, hogy az enzimikus előkezelés minden esetben megkönnyítette a szűrés műveletét, növelte a permeátum fluxusát (4. ábra). Azonos nyomásérték (60 bar) és azonos időtartamú szűrés esetén a cellobiázzal kezelt minták esetében mértük a legmagasabb szárazanyag tartalom (29.5 %) értéket, és itt mértük a legnagyobb teljes szűrési ellenállás érték is. Bizonyítottuk továbbá, hogy a cellobiáz enzimmel kezelt minták esetében az eltömődési ellenállási értékek szignifikánsan nagyobbak, míg a gélréteg ellenállás értékei szignifikánsan kisebbek, a másként kezelt, vagy a kezeletlen minták azonos értékeihez viszonyítva.

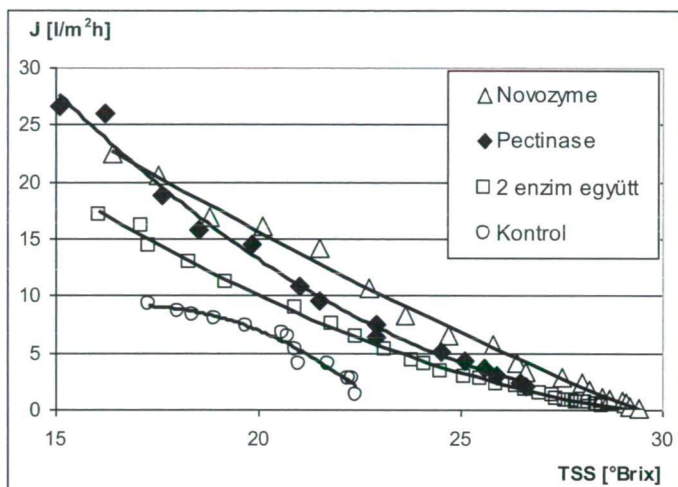
A projekt kapcsán nem csupán a gyümölcsle kémleles besűrítése, hanem a gyümölcsle préselésekor visszamaradó törköly hasznos anyagainak kinyerése is célunk volt.



The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
 creating
 common future 

Az extrakció klasszikus műveletét mikrohullámú energiaközléssel intenzifikálva lényegesen kedvezőbb eredményeket kaptunk mind a pektin, mind a polifenolok kinyerése szempontjából (Hodúr és mtsi, 2009).



6. ábra: A különböző enzimikus előkezelés hatása a fluxus értékre gyümölcslevek sűrítésénél

Azonban a mikrohullámú előkezelés nem csak a extrakció hatásfoka szempontjából tekinthető előnyösnek, hanem szignifikánsan megváltoztatta az extrahált levek membrános sűrítése során fellépő polarizációs réteg ellenállását, amelyet akár 40 %-kal is csökkentett, valamint növelte a visszatartási értéket is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Sikeres kutatómunkánk az alábbi projektek anyagi támogatásával valósult meg: „Az SZTE Kutatóegyetemi Kiválósági Központ tudásbázisának kiszélesítése és hosszú távú szakmai fenntarthatóságának megalapozása a kiváló tudományos utánpótlás biztosításával” - TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012, „Tudáshasznosulást, tudástranszfert szolgáló eszköz- és feltételrendszer kialakítása, fejlesztése a Szegedi Tudományegyetemen és a dél-alföldi régióban” - TÁMOP 4.2.1. 2009-2012, „Kutatóegyetemi Kiválósági Központ létrehozása a Szegedi Tudományegyetemen” - TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 HU-SRB/0901/121/116, "Optimization of Cost Effective and Environmentally Friendly Procedures for Treatment of Regional Water Resources", “Környezet és nanotechnológiai tudásközpont” - RET07/2005, „Membrános műveletek alkalmazása bogyós gyümölcsök kíméletes, aromamegőrző feldolgozására és a gyümölcslevek koncentráálására” - KPI-GAK2-Membran5 (OMFB -0009972/2005), „Dél-alföldi megújuló energia centrum” - Asbóth Oszkár program, DAMEC_09, Zöld Energia TÁMOP 411C, 2013 -2015, Cross-border network for knowledge transfer and innovative development in wastewater treatment HUSRB /1203/221/196.



The project is co-financed by the
European Union



2013 -2014, Utilisation of Biomass for Sustainable Fuels & Chemicals COST Action CM0903: (UBIOCHEM) 2009 – 2013.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Mlinkovics E, Kertész Sz., László Zs., Hodúr C. (2006): Detergensek eltávolítása membrántechnikával. Élelmezési Ipar LX évf.6 -7 szám p.177-179.
2. Zsuzsanna László , Szabolcs Kertész , Edit Mlinkovics , Cecilia Hodúr (2007): Dairy waste water treatment by combining ozonation and nanofiltration. Separation Science and Technology Taylor & Francis, Volume 42, Issue 7p 1627 – 1637
IF: 1,048
3. Sz. Kertész, Zs. László, Zs. H. Horváth, C. Hodúr (2008): Analysis of nanofiltration parameters on removal of an anionic detergent. Desalination, 221
4. Sándor Beszédes, Szabolcs Kertész, Zsuzsanna László, Zsuzsanna, Gábor Szabó, Cecilia Hodúr (2008): Biogas production of ozone and/or microwave-pretreated canned maize production sludge Ozone Science & Engineering Journal Vol 31(3) pp.: 257-261 IF:0,98
5. N. Pap, Sz. Kertész, E. Pongrácz, L. Myllykoski, R. L. Keiski, Gy. Vatai, Zs. László, S. Beszédes, C. Hodúr (2009): Concentration of blackcurrant juice by reverse osmosis. Desalination 241 (2009) 256-264) IF:2,034
6. C. Hodúr, Sz. Kertész, S. Beszédes, Zs. László, G. Szabó (2009): Concentration of marc extracts by membrane techniques Desalination 241 (2009) 265-271 IF:2,034
7. Zsuzsanna László, Szabolcs Kertész, Sándor Beszédes, Zsuzsanna Hovorka-Horváth, Gábor Szabó, Cecilia Hodúr (2009): Effect of preozonation on the filterability of model dairy waste water in Nanofiltration Desalination 240 (2009) 170-177 IF:2,034
8. Sándor Beszédes, Angéla Szép, Szabolcs Kertész, Zsuzsanna László, Gábor Szabó, Cecilia Hodúr (2009): Microvawe pre-treatment for enhancing of biogas product and biodegradibility of food industrial sewage sludge. Journal of Processing and Energy in Agriculture. VOL 13 No1 (2009) ISSN 1450-5029. pp: 71-74.



The project is co-financed by the
European Union



A SZTE MÉRNÖKI KAR FOLYAMATMÉRNÖKI INTÉZETÉBEN FOLYÓ MIKROHULLÁMÚ SZENNYVÍZISZAP-KEZELÉS EREDMÉNYEI

Beszédes Sándor, Keszthelyi-Szabó Gábor

Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézet
H-6725 Szeged, Moszkvai krt. 9.
E-mail: beszedes@mk.u-szeged.hu

ABSTRACT

At the Department of Process Engineering of the University of Szeged Faculty of Engineering have been investigated the wastewater sludge treatment technologies since over ten years. The main area of the researches is the examination of the effects of thermal pre-treatments on the structural and biochemical changes of different type of sludge. We focused mainly on the deeper analysis of the effects of microwave irradiation (MW) on the change of biodegradability of food industry sludge.

Our experimental results verified that MW pre-treatments have significant effect on the solubility of organic matter, the aerobic and anaerobic degradability of sludge. MW sludge conditioning process needs significantly shorter process time and has stronger disintegration effect than conventional thermal pre-treatments, which resulted in higher biodegradability. Advantages of MW treatment over the conventional sludge conditioning methods prior to anaerobic digestion process has also been manifested in higher biogas yield and reduced lag-phase of anaerobic decomposition. Results of modeling and optimization of MW process show that the irradiated energy and the specific microwave power intensity has also effect on the biodegradability, biogas yield and the energy efficiency, as well.

ÖSSZEFOGLALÁS

A Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karának Folyamatmérnöki Intézetében, illetve annak jogelődjeiben, körülbelül egy évtizede foglalkozunk szennyvíziszap kezeléssel. Az egyik kiemelt kutatási terület a termikus előkezeléseknek az iszapok szerkezetére, és biológiai-kémiai tulajdonságaira gyakorolt hatásainak vizsgálata. Az Intézetben több évtizede folyó mikrohullámú kutatások eredményeire alapozva, a termikus iszapkezelési eljárásokon belül a mikrohullámú iszapkondicionálás részletes vizsgálatával és elemzésével foglalkozunk.

A kutatásaink egyik fő célkitűzése az intenzív mikrohullámú hőkeltés hatására az iszapban lévő szervesanyagok vízdíszható frakcióiban bekövetkező változásoknak-, továbbá a mikrohullámú előkezeléseknek a biológiai lebonthatóságra gyakorolt hatásainak vizsgálata. A biológiai lebonthatóságban bekövetkező változások jellemzésére az aerob lebomlással arányos biológiai lebonthatósági index paramétert-, az anaerob lebomlás jellemzésére biogáz-rothasztási tesztet alkalmazunk.

Az eddigi eredményeink egyértelműen bizonyították, hogy az élelmiszeripari szennyvíziszapok esetében a mikrohullámú kondicionálási eljárás rövid műveleti idővel alkalmas a szervesanyag-frakció vízdíszhatóóságának növelésére, továbbá az aerob és anaerob körülmények közötti biológiai lebonthatóság mértékének fokozására. A mikrohullámú műveleti paraméterek közül mind a fajlagos besugárzott mikrohullámú energia, mind a fajlagos kezelési intenzitás egyaránt befolyásolja a biológiai bonthatóság és a vízdíszhatóóság mértékét, és az anaerob fermentációt megelőző kondicionálás esetén mindkét paraméter befolyásolja a kezelések energia-hasznosulási mutatóit.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

1. A MIKROHULLÁMÚ ENERGIÁKÖZLÉS, ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI ELJÁRÁSOKBAN VALÓ ALKALMAZÁSAI

Az elektromágneses spektrum mikrohullámú tartományával kapcsolatos kutatások és ezek eredményeit összefoglaló közlemények alapvetően két csoportra oszthatók: a mikrohullám hőkeltési (termikus) tulajdonságainak vizsgálata, és a nem-termikus alkalmazásokhoz kapcsolódó eredmények (kommunikáció, hírközlés, egészségügyi alkalmazások és hatások) (Géczi, Sembery, 2005). Mivel a kutatómunkánkban elsősorban a termikus hatások alkalmazásának lehetőségeire fókuszáltunk, ezért az eddigi eredményeket is ehhez a területhez kapcsolódóan foglalom össze. Az összefoglalás célja nem a mikrohullám terjedésének, vagy hőkeltési módjának bemutatása, hanem néhány korai és jelenlegi alkalmazott kutatás eredményeinek rövid bemutatása.

Igaz, hogy a mikrohullámú sugárzással kapcsolatos kutatások, és ezeknek az oktatási anyagokba történő beépítése is több évtizedre nyúlik vissza - gondoljunk csak például a magyar nyelvű Mikrohullámú kézikönyvre (Almássy Gy., Műszaki Könyvkiadó Bp., 1973), amely éppen idén 40 éve került kiadásra – azonban a környezetvédelmi eljárásokban történő alkalmazások kutatása sok évtizedes múlttal még nem rendelkezik. A részben környezetvédelmi vonatkozású, elsősorban a környezetbe kikerülő hulladékok mikrobiális kockázatát csökkentő, egyéb fertőtlenítő eljárásokkal kombinált mikrohullámú kezelések közül meg kell említeni Tata és Beone (1995) egyik korai munkáját, amelyben a kórházi hulladékok oxidációs kezeléséhez kapcsolt mikrohullámú sugárzás kezdeti eredményeiről számolnak be. A gyors és intenzív mikrobaszám csökkentés mellett a mikrohullám más eljárásokkal való kombinálásával (pl.: gőz, ózon, kémiai fertőtlenítőszer), a hulladék térfogatának jelentős mértékű csökkentése is végrehajtható, amely a végleges megsemmisítés, például az égetés, költségeit is csökkenti. A változó elektromágneses tér termikus és atermikus hatásainak részletesebb vizsgálata hazai viszonylatban is kb. két évtizedre tekint vissza. A Nyugat-Magyarországi Egyetem Biológiai Rendszerek Műszaki Intézetének munkatársai többször bizonyították, hogy a mikrohullámú sugárzás az enzim és egyéb biológiai folyamatokra is hatást gyakorol, amely a csírázás csökkentési eljárásokon kívül erjesztési folyamatokban és enzim hidrolízis esetében hasznosítható (Neményi et al., 2008; Lakatos et al., 2010; Lakatos et al., 2012).

Talán a kifejezetten környezetvédelmi technológiákhoz kapcsolódó egyik első mértékadó közlemény a víz- és levegőtisztaság védelemben is alkalmazott aktív szenes adszorberek mikrohullámú regenerálásának kidolgozásával és vizsgálatával foglalkozott (Bradshaw et al., 1998). Fontos megállapítás volt, hogy a regenerálási és aktiválási folyamat gazdaságosságát döntően meghatározta – és a hagyományos módszerekhez képest kedvezőbbé tette - a szén magas dielektromos veszteségi tényezője, amely lehetővé tette, hogy a besugárzott energia kiemelkedően jó hatásfokkal tudja a használt aktív szén-töltetet a szükséges hőmérsékletre hevíteni, és ezáltal a szennyezőanyagokat eltávolítani a felületről. Az eljárás hatékonyságát a későbbiekben anyagszerkezeti szempontok alapján vizsgálva más szerzők megállapították, hogy a jelentősen lerövidülő eljárási-idő mellett a mikrohullámmal regenerált aktív szén adszorpciós tulajdonságai jobbakként, mint a hagyományos hevítés esetén (Menendez et al., 1999).



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

Az 1970-es évektől kísérleteket végeztek a rádiófrekvenciás sugárzás hatására a talajban bekövetkező változások vizsgálatára. Az alacsony frekvenciájú elektromágneses sugárzást a talajok szennyezőinek eltávolítására alkalmazott stripping eljárások intenzifikálására használták. A nagyteljesítményű mikrohullámú berendezések megjelenésével lehetővé vált a PAH és PCB vegyületekkel, valamint nehézfémekkel szennyezett talajok helyszíni, in situ, remediációja is. A poláris tulajdonságú illékony és normál hevítés hatására kevésbé illékony vegyületek eltávolításában különösen hatékonynak bizonyult a mikrohullámú sugárzás (László et al., 2005). A 2000-es évektől a gyors hevítési eljárásokban alkalmazott mikrohullámú módszert az akkoriban egyre szélesebb körben ismertté váló és egyre többet alkalmazott nanotechnológiával kombinálták. A nagyobb mennyiségben apoláris összetevőket tartalmazó szennyeződések esetében mágneses tulajdonsággal rendelkező nanorészecskék hozzáadása például jelentősen fokozta a mikrohullámú energia elnyelődését, és a nagyságrendekkel felgyorsult felhevülés következtében az eljárás tisztítási kapacitása, valamint hatásfoka is javult (Jones et al., 2002).

A hulladékártalmatlanítási és hasznosítási eljárásokban is sikeresen használták ki a mikrohullám sajátos hőkeltési mechanizmusát. Az energia-intenzív kezelések közül például a pirolízis esetében, a hagyományos hevítéshez képest a mikrohullámú hőkeltés flexibilisebben illeszthető. A veszélyes hulladékok elégetésével szemben a pirolízisnél nem keletkeznek dioxinok és nitrogén-oxidok, és az esetlegesen jelen lévő nehézfém-tartalom a folyamat következtében szilárd széntartalmú reziduumokban marad vissza, és nem szükséges azt a salakból kivonni. A legtöbbször alkalmazott technológiában a kezelés során a minta hőmérséklete a hozzáadott nagy dielektromos veszteségtényezőjű adalékanyagoknak köszönhetően 900-100°C-ig emelkedhet (Menéndez et al., 2005).

Az élelmiszeripari technológiák esetében a keletkező hulladékok legtöbb esetben hasznos, vagy biológiai-, vagy kémiai átalakítást követően hasznosítható, komponensekben gazdagok. A mikrohullámmal intenzifikált kioldást az utóbbi években a magas hőmérsékletű vizes és szerves oldószeres extrakciós módszerek egyik jól használható alternatívája lett (Zhongdong et al., 2006). Az élelmiszeripar lényereségi célzatú préselési eljárásaiban keletkező hulladékból – a préslepenyből- a további kezelését (pl. komposztálást, anaerob fermentációt, vagy alkoholos erjesztést) megelőzően többféle bioaktív vegyület kivonható. A bio-hajtóanyagok előállítása és az ezekhez kapcsolódó kutatás-fejlesztési munka az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb hangsúlyt kap hazai viszonylatban is (Kalmár et al., 2010; Nagy és Farkas, 2013). Az Intézetünk kutatócsoportja az Oului Egyetem Környezet- és Folyamatmérnöki Intézetének, valamint a Pannon Egyetem Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézetének munkatársaival kidolgozta a bogyógyümölcsök feldolgozási hulladékaiból történő pektin és antociánok kinyerésére szolgáló mikrohullámmal intenzifikált extrakciós módszert, illetve vizsgáltuk a különböző extrakciós módszerekkel kinyert pektinek gélképző tulajdonságait (Bélafi-Bakó et al., 2012; pap et al., 2012).



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

2. A MIKROHULLÁMÚ ISZAPKEZELÉS EDDIGI, HAZAI ÉS NEMZETKÖZI EREDMÉNYEI

A szilárd halmazállapotú szennyezőknél, még a kevert hulladékok, ipari szennyvíziszapok és salakok esetében is, a mikrohullámú energiaközlés a gyorsasága, az elérhető magas hőmérséklet, a szelektív melegítés, a kémiai reakciók lejátszódásának nagyenergiájú aktiválása, a jó kontrollálhatóság és a berendezések mobilitása és relatíve kis mérete miatt költséghatékonyan alkalmazható (Leonelli et al., 2010). Az élelmiszeriparban alkalmazott csíraszám csökkentési célzatú hőkezelések mechanizmusához hasonlóan, a mikrohullámú sugárzás hatására bekövetkező hirtelen hőmérsékletemelkedés következtében az iszapban lévő mikroorganizmusok sejtfalai is felszakadnak (Hong et al., 2004). A biológiai eredetű szennyvíziszapokra jellemző polimer-jellegű, hálószerű szerkezet a vízben oldható vegyületek és a szervesanyag tartalom közrezárásával az iszapot ellenállóvá teszi a biológiai és enzimes lebontásnak. A hálószerű polimer szerkezet a szennyvízből bekerülő mikroorganizmusok extracelluláris anyagcseretermékei és az iszapba kerülő kétértékű kationok által determináltak (Neyens et al., 2004). Tehát a polimerszerű iszapszerkezetnek, a termikus eljárások következtében történő bomlása, ezáltal az iszapot alkotó flokkulumok méretének csökkenése, a szerves anyagok hozzáférhetőbbé válásával, a biológiai bonthatóságot is fokozhatja (Ahn et al., 2009).

A szennyvíztisztítás korszerű technológiái, mint például a membránszűrés, esetében is hulladékként visszamarad az iszap, amelynek kezelése az egyébként hatékony és környezetet kímélő eljárások terjedését nehezíti (Hodúr et al., 2004; László and Hodúr, 2007; Kertész et al., 2011). A szennyvíziszapoknál, amelyek magas víz- és szervesanyag tartalommal rendelkező, élő- és elhalt mikroorganizmusokat tartalmazó többfázisú rendszernek tekinthetők, a mikrohullámú sugárzás a hőmérsékletet intenzíven képes növelni. A mikrohullámú sugárzás energiája nem elegendő az elsőrendű kémiai kötések bontásához, de a makromolekulák esetében a másodrendű- kötésekben bekövetkehetnek változások, amelyek például fehérjék esetében a terciér és kvaterner szerkezetet is befolyásolják (Laurence et al., 2000; Stasta et al., 2006).

A nagyfrekvenciás elektromágneses terekben makromolekulák esetében az elnyelt energia egyes esetekben elegendő egyes oldalláncok polarizálásához, illetve a hidrogénkötések bontásához, amely a térszerkezet módosulásával és a vízdoldhatóság, illetve a biológiai lebonthatóság változását okozza (Bougrier et al., 2006; Eskicioglu et al., 2008). A fehérjék másodlagos, harmadlagos és negyedleges térszerkezetének változása az enzimes folyamatok sebességére is hatással van, amely közvetetten kimutatható például az anaerob fermentációban keletkező biogáz mennyiségének megváltozásával (Banik et al., 2003). A mikrohullámú iszapkondicionálás továbbá előnyösnek tekinthető a víztelenítési eljárások előkezeléseként is. Az iszappehely strukturális változásai nemcsak az egyes összetevők biológiai bonthatóságára hatnak, hanem például előnyösen befolyásolják az ülepedési tulajdonságaikat is (Yu et al., 2010).

A hazai mikrohullámú iszapkezelési kutatások a 2000-es évek elején indultak meg. Többek között foglalkoztak a szennyvíziszap mikrohullámú szárításával és csíraszegényítésével. A baromfiipari szennyvíziszap esetében kapott kísérleti eredmények alapján megfelelő kezelési teljesítmény-program megválasztásával rövid műveleti idővel (néhány perc) az iszap nedvességtartalma a mikrobiális kockázat szempontjából kritikus 8% alá volt csökkenthető, továbbá



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

gyakorlatilag minden vizsgált mikroorganizmus (*Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Coliform ssp.*, összes élő mezofil csíra) tekintetében teljes pusztítást értek el (Ország, Gyarmati, 2003). Megállapították továbbá, hogy a vizet és zsír-olaj fázist is tartalmazó iszapok esetében a mikrohullám fokozza a fázisok szeparálódását (Ország, 2004), ezáltal a műveleti idő, a hagyományos órákig tartó szeparációs eljárásokkal ellentétben, néhány percre volt csökkenthető.

3. A SZTE FOLYAMATMÉRNÖKI INTÉZETÉBEN FOLYÓ MIKROHULLÁMÚ ISZAPKEZELÉSI KUTATÁSOK EREDMÉNYEI

2005-től a SZTE Folyamatmérnöki Intézet Kutatói a gödöllői Szent István Egyetem Környezetipari Rendszerek Intézetével együttműködve vizsgálni kezdte a mikrohullámú kezelésnek a kommunális szennyvíziszapok víztelenítésére és nem-specifikus szervesanyag terhelési paraméterei gyakorolt hatását. A kommunális eredetű, biológiai tisztítási fokozatból származó szennyvíziszapok esetében a szervesanyag tartalmon belül, a mennyiségileg a biokémiai oxigénigény paraméterrel mért, biológiailag lebontható frakciók kismértékű relatív növekedését tapasztaltuk. A kezdeti kedvező eredmények alapján a vizsgálatainkat kiterjesztettük a más szerkezettel és összetétellel rendelkező húsipari szennyvízből származó primer iszapra. Az eredményeink alapján látható volt, hogy mind kommunális, mind élelmiszeripari eredetű szennyvíziszapok esetében a mikrohullámú kezelés hatására a szervesanyag biológiailag lebontható részarányával korreláló biokémiai oxigénigény paraméter értéke növekedett. A biológiai bonthatóság növekedése egyes kísérletek esetében biogáz-fermentációs vizsgálatokkal alátámasztható volt (Beszédes et al., 2007). A szennyvíz „erősségének” jellemzésére a hazai szakirodalom által használt KOI/BOI arány tekintetében azonban anomáliák adódtak. Az összegparaméterekből képzett hányados, a kémiai oxigénigény (KOI) értéke standard mérési módszerrel történő meghatározása esetén egyértelmű trendet nem mutatott, ami a gyakorlati tapasztalatokkal és az egyéb tesztek eredményeivel nem állt összhangban.

Az Intézetünk kutatócsoportja a Környezet- és Nanotechnológiai Regionális Egyetemi Tudásközpont (KNRET): a dél-alföldi régió életminőségét javító integrált rendszerek fejlesztése” program Környezettechnológia Alprogramja segítségével lehetőséget kapott a mikrohullámú szennyvíziszap kezelési vizsgálatok folytatására és kiterjesztésére. A kísérleteinket élelmiszeripari, ezen belül húsipari és tejipari technológiákban keletkező, szennyvizek iszapfázisával végeztük. A szakirodalmi közleményekben az iszap szervesanyag frakciójában a termikus kezelések hatására végbemenő változás jellemzését a kémiai oxigénigény (KOI vagy COD) mérésre vezették vissza, nagy-hígítású iszadmintákból végezve az analízist. Az eredmények adott alanyag esetében a kezelés hatására az iszap szerkezetében történő változást jelezték, azonban a különböző típusú iszapok - illetve például eltérő kezdeti paraméterekkel rendelkező minták - esetében az eredmények nehezen összehasonlíthatóak. Egyes szerzők a vízzoldható fázisból mérhető COD (sCOD) paraméter értékeit közölték, mások különböző arányokat a nem vízzoldható fázis tulajdonságainak (pCOD) vagy a lúgos kémhatáson végzett termikus roncsolással meghatározható maximális vízzoldható COD (sCOD_{max}) felhasználásával.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



Ezért a munkánk során először definiáltuk az ún. százalékos szervesanyag oldhatóságot (S_{OM}) (1), amely az iszap kezdeti paramétereitől függetlenül jelzi az adott kezelés esetében a szervesanyag frakcióban végbemenő változásokat.

$$S_{OM} = \frac{\frac{sCOD}{pCOD} - \frac{sCOD_{kezd}}{pCOD_{kezd}}}{\frac{sCOD_{max}}{pCOD_{min}}} \times 100 \quad [\%] \quad (1)$$

A mikrohullámú előkezeléseknek a biológiai lebonthatóságára gyakorolt hatásainak vizsgálata esetében, a vízdoldhatóság esetében leírt problémák szintén jellemzőek voltak. A szervesanyag vízdoldhatósági index paraméterhez hasonlóan definiáltuk a százalékos biodegradálhatóságot (BD), amelyet a teljes mintából és ennek vízdoldható frakciójából történő kémiai oxigénigény mérésre (tCOD, illetve sCOD), valamint az öt napos biokémiai oxigénigény (BOI5) meghatározására vezettük vissza (2).

$$BD = \frac{\frac{BOD_5}{tCOD} - \frac{BOD_{5,kezd}}{tCOD_{kezd}}}{\frac{BOD_{5,max}}{sCOD_{max}}} \times 100 \quad [\%] \quad (2)$$

A fentiekén kívül a mikrohullámú iszapkondicionálási eljárás hatékonyságának vizsgálata során kontrollparaméterként használtuk a mezofil hőmérséklettartományú anaerob fermentációs folyamatban képződő fajlagos biogáz kitermelési mutatót, valamint a bio-gázkeverék metántartalmát és az anaerob lebomlás ütemét.

A mikrohullámú kezelési eljárások alkalmazása során a vonatkozó szakirodalmak arról számolnak be, hogy a vizsgált és optimált műveleti paraméterek legtöbb esetben: a kezelési teljesítmény, a kezelési idő, valamint egyes eljárások esetében a szakaszos besugárzási-megszakítási idő ütemezése. A kísérleti munka során az iszapkondicionálási eljárás esetében a fajlagos (tömegegységre vonatkoztatott) mikrohullámú teljesítmény (MWPL) (3) és a teljes kezelési időre vonatkoztatott, ugyancsak fajlagos mikrohullámú energiaközlés (IMWE) (4) hatását vizsgáltuk a biológiai lebonthatóságra vonatkozóan.

$$MWPL = \frac{P_{magnetron}}{m_{min\ ta}} \quad [Wg^{-1}] \quad (3)$$

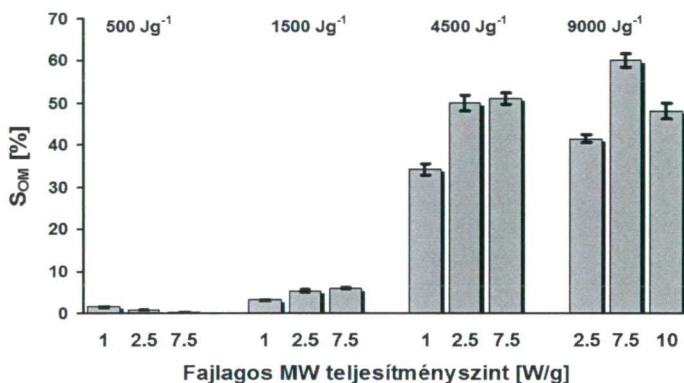
$$IMWE = \frac{P_{magnetron} \times \tau \times I}{100 \times m_{min\ ta}} \quad [Jg^{-1}] \quad (4)$$



The project is co-financed by the
European Union



A mikrohullámú energiaközlésnek a szervesanyag vízdíhatóságára gyakorolt intenzív, a hagyományos hőkezelésnél erőteljesebb, hatása biológiai tisztításból származó kommunális fölösiszapok esetében már igazolt (Ahn et al., 2009; Yu et al., 2010), azonban élelmiszeripari eredetű primer iszapok esetében még nem vizsgált. A saját vizsgálataink során a 2,5 és 7,5 W/g fajlagos MW intenzitás esetén a pCOD/sCOD arány elérte, illetve meghaladta az 1 értéket, vagyis a szervesanyagok több mint 50%-a vízdíhatóvá vált (Beszedes et al., 2011). A százalékos szervesanyag oldhatóság értékét tekintve látható, hogy az 500 Jg⁻¹ közölt energiamennyiség nem volt lényegi hatással a szennyvíziszap komponenseinek oldhatóságára (1. ábra). Az 1500 Jg⁻¹ és 4500 Jg⁻¹ energiamennyiségek esetén a fajlagos mikrohullámú intenzitás növelése fokozta a szervesanyagok vízdíhatóságát, 4500 Jg⁻¹ esetén azonban a 2,5 Wg⁻¹ intenzitású előkezeléshez képest a 7,5 Wg⁻¹ kezelés további szignifikáns növekedést nem okozott.



1. ábra. A szervesanyagok vízdíhatóságának százalékos változásai (S_{OM}) a besugárzott fajlagos mikrohullámú energia [Jg⁻¹] és a fajlagos mikrohullámú teljesítmény [Wg⁻¹] függvényében

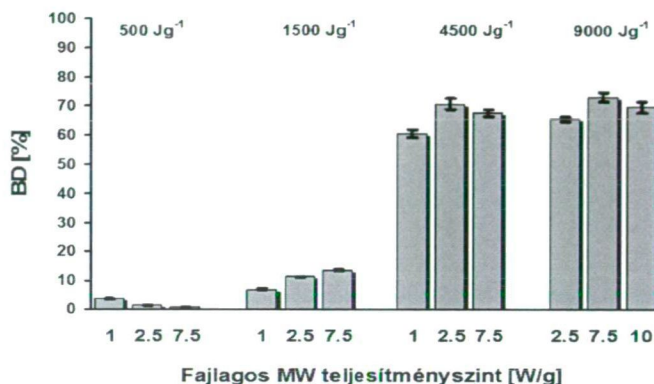
A legmagasabb vizsgált energia (9000 Jg⁻¹) esetén a MW kezelés intenzitásának növelése 2,5-ről 7,5 Wg⁻¹-ra növelte a vízdíhatósági index értékét, a 10 Wg⁻¹ kezelése esetében azonban a vízdíhatósági index már szignifikánsan csökkent (1. ábra). Az eredmények alapján látható, hogy a mikrohullámú előkezelés előnyösen hat a szennyvíziszapban lévő szerves anyagok vízdíhatóságára, a növekmény mértéke az alkalmazott mikrohullámú intenzitástól (MWPL) és a kezelési időtől függő besugárzott energia mennyiségétől (IMWE) egyaránt függ, azonban a maximálisan elérhető oldékonyság értéke korlátozott.

A biodegradálhatósági index mikrohullámú kezelést követő változásait tekintve a vízdíhatóság vizsgálatánál leírt eredményekhez hasonló tendencia volt tapasztalható.



The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
creating
common future



2. ábra. A biológiai bomthatóság százalékos változásai (BD) a besugárzott fajlagos mikrohullámú energia [Jg^{-1}] és a fajlagos mikrohullámú teljesítmény [W/g] függvényében

A biológiai bomthatóság esetében azonban a 4500 és 9000 Jg^{-1} közötti energiamennyiségek esetében is tapasztalható volt a magasabb fajlagos MW teljesítményszintek esetén a negatív hatás, azonban ennek mértéke kisebb volt, mint az oldhatóság csökkenése esetén (2. ábra). Összességében azonban a mikrohullámú előkezelések alkalmasnak bizonyultak a tejipari szennyvíziszap biológiai lebomthatóságának növelésére, az elméleti maximális értéknek akár 60%-a is elérhető volt a műveleti paraméterek megfelelő megválasztásával.

A mikrohullámú iszapkondicionálási eljárások esetében – például a mikrohullámú extrakciótól eltérően- nagyszámú szakirodalmi közlemény nem áll rendelkezésre, amelyek a kezelési körülmények optimalizálásával foglalkoznak. A saját kísérleteinkben az előzetes vizsgálati eredmények alapján a mikrohullámú iszapkezelés paraméterei közül a következőket vizsgáltuk:

- a mintával közölt energia (IMWE) 3000-1200 Jg^{-1} tartományban
- a fajlagos mikrohullámú teljesítményszint (MWPL) 2-7,5 Wg^{-1} tartományban

A paraméterek hatásának szignifikanciáját a MODDE 8.0 kísérlettervező és értékelő szoftverrel végeztük, az optimalizáláshoz válaszfelület elemzési módszert (RSM) alkalmaztunk. A kísérlettervezést kompozit kísérletterv alapján végeztük többszörös lineáris regressziót (MLR) alkalmazva. Az előzetes vizsgálat eredményei alapján a szennyvíziszap vízdoldhatóságát [1] a vizsgált változók közül fajlagos mikrohullámú teljesítményszint és a közölt energia nagysága; a biológiai lebomthatóság változását [2] az előzőekben felsorolt paramétereken kívül azok interakciója befolyásolta szignifikánsan. Az elemzés eredményei alapján a nem-szignifikáns tagokat eltávolítva a regresszió analízist újra elvégeztük, amely a következő egyenleteket eredményezte:

$$S = 45,649 + 7,967 X_1 - 13,6979 X_1^2 + 3,9975 X_2^2 \quad [\%] \quad [1]$$

$$BD = 55,2557 + 10,079 X_1 + 2,356 X_1 X_2 - 20,9787 X_1^2 - 2,77125 X_2^2 \quad [\%] \quad [2]$$

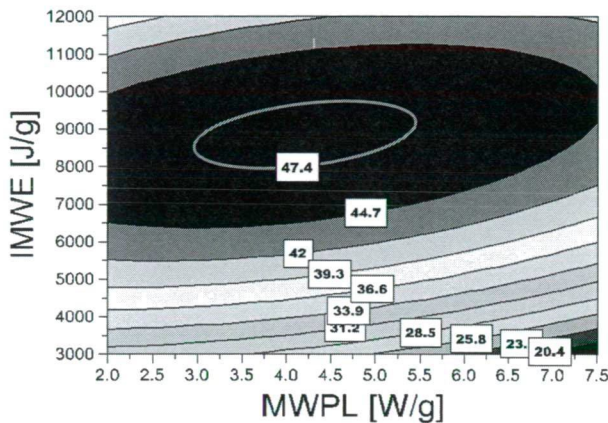
ahol IMWE= X_1 [Jg^{-1}] és MWPL= X_2 [Wg^{-1}].



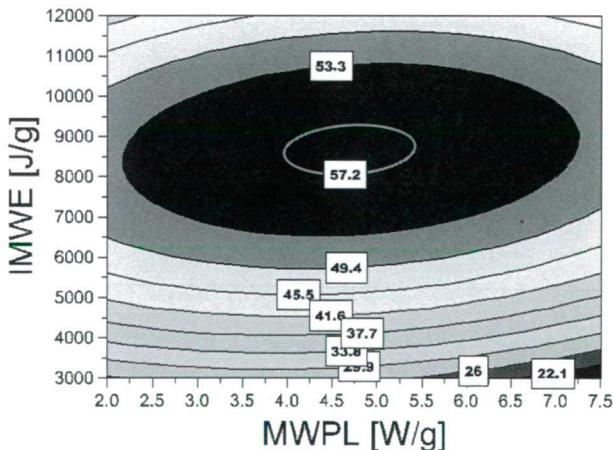
The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

Az alkotott modellek a szoros illeszkedés miatt jól alkalmazhatónak bizonyultak (R^2 értéke mindkét esetben 0,9 feletti). Az alkotott matematikai modell alapján generált válaszfelületek két dimenziós metszeteit a 3.a. és 3.b. ábrák mutatják.



a.



b.

3. ábra. Vízoldhatóság- (a) és a biológiai lebonthatóság változást (b) bemutató válaszfelület-metszetek a besugárzott fajlagos mikrohullámú energia [Jg^{-1}] és a fajlagos mikrohullámú teljesítmény [W/g] függvényében

A szervesanyagok vízoldhatóságának maximális értéke a 3-5,5 Wg^{-1} fajlagos MW kezelési intenzitás és 7500-9500 Jg^{-1} közötti energia tartományok között érhető el. A kezelési paraméterek



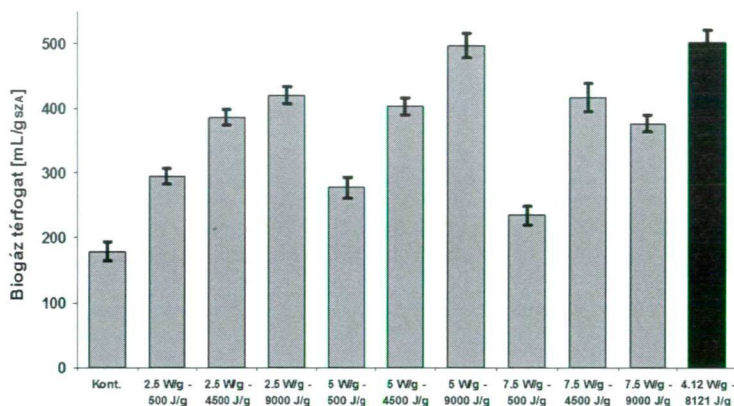
The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future

optimális tartományai a biológiai lebonthatóság esetében 8000-9000 Jg⁻¹, illetve 4-5,5 Wg⁻¹ fajlagos intenzitás esetén adódtak.

A mikrohullámú kezelési paramétereket optimalizálásánál a legmagasabb biológiai lebonthatóság elérését tűztük ki célul a legkisebb energiafelhasználással, ennek értelmében a két vizsgált kontrollparaméter változásait figyelembe véve, az optimális kezelési paraméter-tartomány 4,0-4,2 Wg⁻¹ fajlagos MW intenzitás és 8000-8200 Jg⁻¹ között energia értékek között adódik.

A 2,5 W/g és az 5W/g fajlagos MW teljesítményszintek esetében a vizsgált tartományon belül, a besugárzott mikrohullámú energia növelése fokozta a termelődő biogáz mennyiségét, azonban 7,5 W/g fajlagos kezelési intenzitás esetén a besugárzott energia 4500 J/g-ról 9000 J/g értékre növelése a biogázkitermelést kb. 10%-al csökkentette. A változások tendenciája tehát a biológiai lebonthatóság esetében tapasztaltakhoz hasonló volt.



4. ábra. 30 napos mezofil rothasztás során keletkező fajlagos kumulált biogáztérfogatok

A saját eredményeinknek, az eddig szakirodalomban közölt eredményekkel való összevetése nehézkes, mivel a mikrohullámú kondicionálási módszert élelmiszeripari szennyvíziszapok esetében még kevésbé vizsgálták. A döntően kommunális eredetű szennyvíziszapokra vonatkozó eredményekkel összevetve (Park et al., 2004; Bougrier et al., 2008; Eskicioglu et al., 2007) azonban megállapítható, hogy a változások tendenciája azonos. A besugárzott energia megnövelt mennyisége fokozza a biogáz produktumot, azonban a pozitív hatás korlátozott.

Egy meghatározott, az alapanyagtól függő, érték átlépése után az anaerob fermentáció hatékonysága romlik. Vagyis az elvégzett vizsgálatok eredményei az anaerob fermentáció esetében szintén alátámasztották, hogy a besugárzott energia mennyiségén túl a fajlagos teljesítményszint (intenzitás) szignifikánsan befolyásolja a kezelések hatékonyságát (Beszédes et al., 2011b).

Alacsony szárazanyag tartalmú szennyvíziszapok termikus előkezelési eljárásai esetében a biológiai lebonthatóság és a biogáz termelődés tekintetében kisebb növekmény volt tapasztalható,



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



továbbá a mikrohullámú és a hagyományos hőkezelés között, a hatásuk mértékének figyelembevételével, egyértelmű különbség nem tehető (Géczi et al., 2012; Beszédes et al., 2012).

A biológiai lebonthatóság esetében meghatározott optimális mikrohullámú kezelési paraméterek alkalmazásával előkezelt iszapot is rothasztottuk. A 4. számú ábrán jelzett eredmény azt mutatja, hogy a vizsgálatokhoz használt iszap esetében a meghatározott optimum paraméterek az anaerob fermentáció esetében is jó eredményeket hoztak. A 4,12W/g intenzitás mellett közölt 8121 J/g fajlagos energiaérték alkalmazásával azonos biogázkitermelés (kb. 500 mL/g) volt elérhető, mint az 5W/g intenzitás és 900 J/g közölt energia értékek mellett, azonban az alacsonyabb intenzitás és kisebb energiaszükséglet energetikai szempontokból előnyösebb.

4. AZ EDDIGI MUNKA ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS A TOVÁBBI LEHETŐSÉGEK

A mérési eredményeink azt mutatták, hogy a mikrohullámú energiaközlés élelmiszeripari eredetű elővíztelenített primer szennyvíziszap esetében növelte a szervesanyagok vízdoldhatóságát és a biológiai lebonthatóságát. Már a rövid idejű mikrohullámú előkezelések is alkalmasak lehetnek - az egyéb termikus eljárásokhoz képest nagyobb mértékű - biológiai lebonthatóság növelésére

Megállapítottuk, hogy a vizsgált iszap esetében és az alkalmazott kezelési körülmények között a kémiai módszerrel mérhető szervesanyag-oldhatóság és a biokémiai oxigénigény mérésre visszavezetett biológiai lebonthatóság között lineáris összefüggés van. A tejipari szennyvíziszap esetében a szervesanyag-frakció kezdeti kb. 9%-os vízdoldhatóságát megfelelő mikrohullámú előkezeléssel kb. 58%-ra, a szervesanyag tartalom belül a biológiailag oxidálható frakciók mennyiségét a kezdeti 8%-ról 55% fölé lehetett növelni.

A kísérlettervezésen, és az alkotott matematikai modellen alapuló válaszfelület elemzés eredményei a kísérleti eredményekkel jó egyezést mutattak. Mind a vízdoldhatóság, mind a biokémiai oxigénigényből számítható biológiai lebonthatóság értékeit tekintve azt tapasztaltuk, hogy a besugárzott mikrohullámú energia és a fajlagos mikrohullámú teljesítményszint egyaránt meghatározó műveleti paraméter.

Az eddig elvégzett elő-kísérletek alapján az anaerob lebontást tekintve bizonyítható, hogy a szervesanyag vízdoldhatóságának növekedése és az iszapstruktúra megváltozása következtében a szervesanyag frakció feltáródása a kumulált biogáz produktum növekedését okozza, továbbá az anaerob lebontás üteme is fokozódik.

Összességében tehát megállapítottuk, hogy a mikrohullámú iszapkondicionálási módszer adaptálható az élelmiszeripari szennyvíziszap kezelési eljárásokba, mert mind a későbbi aerob, mind az anaerob biológiai hasznosítás esetében előnyösnek mutatkozott. A kezelések következtében az iszap szervesanyag tartalmának oldhatóságában és ezáltal a mikroorganizmusoknak a szubsztrát felhasználásában bekövetkező pozitív változások az iszapok talajerő utánpótlásra való hasznosítása és a bioenergetikai hasznosítása esetében is hatékonyságnövelő tényező, továbbá a biotranszformációs folyamatokban visszamaradó hulladék szervesanyag tartalmának csökkenésével, azok környezetterhelő hatása is csökkenthető.



The project is co-financed by the
European Union



A kutatási munkánk következő szakaszában egyrészt a léptéknövelés igényének megfelelően, másrészt valós ipari technológiában alkalmazható mikrohullámú kezelőberendezést modellezve, egy folyamatos anyagtovábbítású mikrohullámú kezelőrendszert terveztünk és üzemeltünk be. A berendezés 700W beépített teljesítményű, 2,45 GHz frekvencián működő vízhűtéses magnetronot tartalmaz.

A berendezés alkalmas nagy viszkozitású élelmiszeripari szennyvíziszapok fermentációt megelőző kezelésére $0,5-1,5 \text{ Wg}^{-1}$ fajlagos mikrohullámú teljesítményszint tartományban, a folyamat szabályozhatóságát pedig a kifejlesztett a mérő-adatgyűjtő rendszer biztosítja. A mikrohullámú térben a kezelendő anyag egy teflon alapanyagból készült csőspirált tartalmazó toroid-üregrezonátoron áramlik keresztül. Az anyagmozgatást hidraulikus munkahenger végzi. A kezelési folyamat közben a hőmérsékletváltozásnak a dielektromos paraméterekre gyakorolt hatásainak vizsgálata a mérőrendszerbe épített, saját fejlesztésű dielektrométerrel végezhető.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani Keszthelyi-Szabó Gábor Professzor Úrnak, aki 2002-ben lehetővé tette, hogy a mikrohullámú kutatócsoportjának munkájába bekapcsolódjak és a munkámat azóta is ehhez a csoporthoz tartozva, az Ő szakmai irányítása mellett végezhetem.

Továbbá köszönetet fejezem ki Hodúr Cecilia Professzor Asszonynak és László Zsuzsanna Docens Asszonynak, akik a munkám kezdete óta folyamatosan, a kutatói tapasztalatukkal, valamint a kísérleti munka feltételeinek biztosításával lehetővé teszik, hogy a munkánk eredményes lehet.

Külön köszönettel tartozom Ludányi Lajos főiskolai tanárnak, aki több mint tíz éve segítséget nyújt a mikrohullámok világának megértéshez és a kutatócsoportunk sikerességéhez nemcsak elméleti tudásával, hanem készülék-tervezői tapasztalatával is hozzájárul. A mikrohullámú kutatócsoport legújabb tagjának, Kovács Róbertné Veszeloovszki Petrának szintén köszönetemet fejezem ki, a folyamatos anyagtovábbítású mikrohullámú kezelőberendezés beüzemelése és az elkezdett munka folytatása és kiterjesztése miatt. Hálámat fejezem ki továbbá a SZTE MK Folyamatmérnöki Intézet minden kollégájának, akik az évek alatt a kísérleti munka támogatásával, az adatok feldolgozával-elemzésével a segítségünkre szolgáltak.

A társintézmények részéről a bemutatott kutatás, illetve az egyéb mikrohullámú kutatásokban való együttműködés miatt köszönetünket fejezzük ki Géczi Gábor Docens Úrnak (SZIE GÉK), Neményi Miklós Akadémikus Úrnak, Kovács Attila József Professzor Úrnak és Lakatos Erika Adjunktus Asszonynak (NYME MTK), Bélaifiné Bakó Katalin Professzorasszonynak és kutatócsoportjának (Veszprémi Egyetem) továbbá Pap Nóra tudományos munkatársnak és kollégáinak (Oului Egyetem), akik ötleteikkel és a közös projektekben végzett munkájukkal hozzájárultak a kutatócsoportunk sikerességéhez.

Végül, de nem utolsósorban, köszönet illeti azokat a jelenlegi és volt hallgatóinkat, akik a kutatócsoportunkban végzett szakdolgozati és tudományos diákköri tevékenységükkel munkánkat segítették.



The project is co-financed by the
European Union



A szerzők, és a kutatócsoport köszönetét fejezi ki az OTKA K105021 számú "Biológiai rendszerek kombinált membrán szeparációjának és a koncentrátum mikrohullámú utókezelésének modellezése" című pályázat nyújtotta támogatásért.

REFERENCIÁK

1. Ahn JH., Shin SG., Hwang S. (2009): Effect of microwave irradiation on the disintegration and acidogenesis of municipal secondary sludge. *Chemical Engineering Journal Vol. 153(1-3)*, pp. 145-150
2. Almássy Gy. (1973): Mikrohullámú kézikönyv. *Műszaki Könyvkiadó, Budapest*, 985 p.
3. Bélafi-Bakó K, Cserjési P, Beszédes S, Csanádi Z, Hodúr C. (2012): Berry Pectins Microwave-Assisted Extraction and Rheological Properties. *Food And Bioprocess Technology, Vol. 5*, pp.: 1100-1105.
4. Beszédes S., Géczi G., László Zs., Hodúr C., Szabó G (2007): Sewage sludge treatment by microwave energy. *Review of Faculty of Engineering 2007*, pp.11-17.
5. Beszédes S., László Zs., Horváth Zs. H., Szabó G., Hodúr C. (2011) Comparison of the effects of microwave irradiation with different intensities on the biodegradability of sludge from the dairy- and meat-industry. *Bioresource Technology, Vol. 102*, pp. 814-821.
6. Beszédes S., Marietta Ábel, Zsuzsanna László, Gábor Szabó, Cecilia Hodúr (2011): Application of response surface methodology to optimize microwave sludge conditioning for enhanced biogas production. *International Journal of Engineering -Annals of Faculty of Engineering Hunedoara. Vol.9(2), 2011*, pp.: 189-193.
7. Beszédes S., Gábor Szabó, Gábor Géczi (2012): Application of thermal and microwave pre-treatments for dairy wastewater sludge. *Annals of Faculty Of Engineering Hunedoara-International Journal Of Engineering Vol. 10(3), 2012*, pp. 231-235.
8. Bougrier, C., Delgenes J. P., Carrere H. (2006): Combination of thermal treatments and anaerobic digestion to reduce sewage sludge quantity and improve biogas yield. *Process Safety and Enironmental Protection 84(B4)*,pp.: 280-284.
9. Bougrier, C., Delgenes J. P., Carrere H. (2008), Effects of thermal treatments on five different waste activated sludge samples solubilisation, physical properties and anaerobic digestion. *Chemical Engineering Journal Vol. 139 (2)* pp. 236-244.
10. Banik S., Bandyopadhyay S., Ganguly S. (2003): Bioeffects of microwave –a bireif review. *Bioresource Technology Vol. 87*. pp.: 155-159
11. Bradshaw SM., VanWyk EJ., Swardt JB. (1998): Microwave heating principles and the application to the regenartion of granular activated carbon. *Journal of the South African Mining and Metallurgy Institute Vol. 98(4)*. pp.: 201-210



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



12. Eskicioglu, C., Terzian N., Kennedy K., J., Droste, R., L., Hamoda M. (2007): Athermal microwave effects for enhancing digestibility of waste activated sludge. *Water Research*, Vol. 41, pp. 2457- 2466.
13. Eskicioglu, C., Prorot, A., Marin, J., Droste R.L., Kennedy, K.J. (2008): Synergetic pretreatment of sewage sludge by microwave irradiation in presence of H₂O₂ for enhanced anaerobic digestion. *Water Research* 42, 4674- 4682.
14. Géczi G., Sembery P. (2005): Mikrohullám az élelmiszeriparban. *Áram és technológia*, 2005, pp. 19-21
15. Géczi G., Beszédes S., Szabó G. (2012): Élelmiszeripari szennyvizek biológiai lebonthatóságának növelése termikus előkezelésekkel *Mezőgazdasági Technika* 53:(3) pp. 2-4.
16. Hodúr, C., László, Zs. (2004): Minimal Processing in Waste Water Treatment. *Annale of University of Arad, Chemistry and Environmental Protection*, 2004. pp.:271-277.
17. Hong, M., Park, J. K., Lee, Y. O. (2004): Mechanisms of microwave irradiation involved in the destruction of fecal coliforms from biosolids. *Water Research*, Vol. 38, pp. 1615-1625.
18. Jones, D. A., Lelyveld, T. P., Mavrofidis, S. D., Kingman, S. W., Miles, N. J. (2002): Microwave heating applications in environmental engineering. *Resources, Conservation and Recycling*, pp. 75-90
19. Kalmár I., Kalmár V.E., Farkas F., Nagy V. (2010): Energy naturally - biogas and biodiesel. *Review Of Faculty of Engineering Analecta Technica Szegedinsensia*, 2010 (2-3), pp.: 122-127.
20. Kertész S, László Z, Forgács E, Szabó G, Hodúr C (2011): Dairy wastewater purification by vibratory shear enhanced processing. *Desalination and Water Treatment* 35:(1-3) pp. 195-201.
21. Lakatos E, Kovács A J, Végvári Gy, Neményi M. (2010): Mikrohullámú sugárzás hatása a fogyasztói tejben lévő lipáz és xantin-oxidáz enzimek működésére. *Magyar Állatorvosok Lapja* 132:(12) pp. 728-734.
22. Lakatos Erika, Kovács Attila J, Kapcsándi Viktória, Neményi Miklós (2012): Alacsony teljesítményű mikrohullámú sugárzás hatása a cellobiáz enzim működésére. *Acta Agronomica Óváriensis* 54:(1) pp. 3-11.
23. László Zs., Simon E., Hodúr C., Fenyvessy J. (2005): A mikrohullámú technika alkalmazásának újabb lehetőségei az élelmiszer- és környezetiparban. *DE Agrártudományi Közlemények* 2005/18 pp. 29-34
24. László Zs., Hodúr C. (2007): Purification of thermal wastewater by membrane separation and ozonation. *Desalination* 2007:206(1-3), pp. 333-340.
25. Laurence JA., French PW., Lindner RA, McKenzie DR. (2000): Biological effects of Electromagnetic Fields-Mechanisms for the Effects of Pulsed Microwave Radiation on Protein Conformation. *Journal of theoretical Biology*. 2000:206, pp.: 291-298
26. Leonelli C., Mason T.J. (2010): Microwave and ultrasonic processing: Now a realistic option for industry. *Chemical Engineering and Processing*, Vol. 49, pp. 885-900.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

27. Menendez JA., Menedez EM., Garcia A., Parra JB., Pis JJ. (1999): Thermal Treatment of Active Carbons: a comparison between microwave and electric heating. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy Vol. 34(3)*, pp.:137-143
28. Menéndez, J. A., Dominguez, M., Inguanzo, M., Pis, I.I. (2005): Microwave-induced drying, pyrolysis and gasification of sewage sludge. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2005:74, pp.:406-412.
29. Nagy F., Farkas F. (2013): Emission testing used biogas and vegetable oils as fuels. *Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering*, 2013:6(1); pp. 129-132.
30. Neményi, M., Lakatos, E., Kovács, A., Szerencsi, Á. (2008): The effect of microwave treatment on cellulase enzyme activity. *Abstracts of EurAgEng-International Conference on Agricultural Engineering*, 2008. 6 p., (CDROM)
31. Neyens E., Baeyens J., Dewil R., DeHeyder, B. (2004): Advanced sludge treatment affects extracellular polymeric substances to improve activated sludge dewatering. . *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 106B, pp. 83-92.
32. Ország I. (2004): Baromfifeldolgozási szennyvíziszap környezeti ártalmának megszüntetése mikrohullámú energiaközléssel. *Műszaki Kémiai Napok Konferencia kiadvány (2004)*, Veszprém, pp. 117-122.
33. Ország I., Gyarmati L. (2003): A mikrohullámú energiaközlés hatása szennyvíziszapokra, a baromfifeldolgozási szennyvíziszap dielektromos jellemzőinek meghatározása. *Műszaki Kémiai Napok Konferencia kiadvány (2003)*, Veszprém, pp.: 123-128.
34. Nora Pap, Sándor Beszédes , Eva Pongrácz , Liisa Myllykoski , Miklòsnè Gábor , Ernő Gyimes , Cecilia Hodúr , Riitta L. Keiski (2012): Microwave-Assisted Extraction of Anthocyanins from Black Currant Marc. *Food And Bioprocess Technology*, In press, DOI 10.1007/s11947-012-0964-9
35. Park, B., Ahn, J.H., Kim, J., Hwang, S. (2004): Use of microwave pretreatment for enhanced anaerobiosis of secondary sludge. *Water Science and Technology*. 50 (9), pp.: 17-23.
36. Stasta, P., Boran, J., Bebar, L., Stehlik, P., Oral, J. (2006): Thermal processing of sewage sludge. *Applied Thermal Engineering*, Vol. 26, pp. 1420-1426



The project is co-financed by the
European Union



ANYAGOK DIELEKTROMOS TULAJDONSÁGAI ÉS MÉRÉSI MÓDSZEREIK

Göllei Attila

Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar, Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék,
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
gollei.attila@virt.uni-pannon.hu

ABSTRACT

In this paper an apparatus (microwave dielectrometer) and method suitable to measure the dielectric constant (ϵ') and loss factor (ϵ'') of well conducting ionic liquids and other solvents are demonstrated, namely a simple apparatus and method (completed and modified the known wave-guide system. The developed measuring system can be applied for automatic and online measurements. To reach the required accuracy a precise sample holder design was performed, and the measurements were carried out under similar conditions (microwave power, temperature, etc.) like they are generally used in the microwave practice. An automatic method was elaborated for calibration of the signals coming from the diode detectors. Differently from the conventional measuring methods which have used only mW powers. Author's measurements were performed using about 20W/g. The author would like to introduce application methods in the different cases like measurements of ionic liquids, drying of impregnated activated carbon and precooking of rice.

The conclusion is that the microwave treatment helps to dry carbon and shortens precooking time of rice. The microwave preliminary experiments are proving that the treatment is safe, during these processes there is no sudden temperature rising and overheating risk.

1. BEVEZETÉS

A különböző anyagok mikrohullámú kezelése és a mikrohullámú melegítés, szárítás ipari alkalmazási lehetőségei iránt az elmúlt néhány évtizedben növekvő érdeklődés mutatkozott. A régebben használt technológiával szemben, az anyagok mikrohullámú kezelésének új lehetőségei és előnyei már bizonyítottak. Ezért fontos a kezelendő anyagok mikrohullámú tulajdonságainak minél pontosabb ismerete. A mikrohullámú alkalmazások ipari méretű tervezéséhez elengedhetetlen feltétel, a kezelt anyagok dielektromos állandójának ismerete. Az anyagok dielektromos jellemzői különböző tényezők hatására változhatnak. Ezek a tényezők az elektromos mező frekvenciája, a hőmérséklet, a sűrűség, az anyag mikroszerkezete, az elektromos és termikus vezetőképesség, a fajhő. Munkámban célul tűztem ki, hogy az anyagok mikrohullámú viselkedésének tanulmányozása céljából elkészítsek egy modellt, mely figyelembe veszi a mikrohullámú besugárzás hatására az anyagban végbemenő, elsősorban hőmérsékleti és dielektromos tulajdonságok megváltozását. A hőmérsékletváltozás hatására létrejövő más anyagi paraméterek megváltozása visszahat az anyag és a mikrohullámú tér kölcsönhatásaira. Amennyiben ezeket az összefüggéseket egy zárt hatásláncú folyamatként fogjuk fel, lehetőség nyílik a mikrohullámú kezelés során nyomon követni az anyag és a kezelőtér számos paraméterének megváltozását.

Az így szerzett tapasztalatok alapján, a modellt a gyakorlatba is átültetve elkészült egy mikrohullámú tápvonal, melyben lehetőség nyílik a behelyezett minták mikrohullámú besugárzására



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

és a tér jellemzőinek mérésére. A tápvonal lezárásaként alkalmazott változtatható pozíciójú rövidzár segítségével a mikrohullámú energia tengely irányú eloszlása változtatható. A mérési célokra általánosan alkalmazott hálózat analízátorok helyett kifejlesztettem egy költséghatékonyabb, mikroprocesszorral vezérelt automatikus hangoló rendszert és számítógépes adatgyűjtő rendszert, mely lehetővé teszi az anyagok dielektromos tulajdonságainak folyamatos mérését a hőmérsékletváltozás függvényében. A berendezés kalibrálásához számos, ismert dielektromos tulajdonságú anyagot felhasználtam. Az utóbbi években az ionos folyadékok alkalmazása iránt világszerte megnövekedett az érdeklődés elsősorban a kémiai és elektrokémiai kutatások területén. A módosított mérési elvnek köszönhetően a mikrohullámú dielektrométer alkalmas ezen ionos folyadékok dielektromos tulajdonságainak vizsgálatára is. Az irodalomban található, elsősorban extrapolációs eljárásokkal meghatározott értékekkel összevetve saját mérési eredményeimet, minimális eltérést tapasztaltam.

2. IONOS FOLYADÉKOK VIZSGÁLATA

Az ionos folyadékok az 1990 években új alkalmazási lehetőséget jelentettek a kémia különböző területein különösen a zöld kémiai területén. Ezek vegyületek elsődlegesen, mint környezetbarát oldószerek kerülnek kutatásra és alkalmazásra a szerves kémiai, a fémorganikus katalízis, az elektrokémia, a biokémia és az elválasztási műveletek területén. A széleskörű alkalmazás a vegyületek különleges fizikai és kémiai tulajdonságainak köszönhető, amelyek közül kiemelendő az elhanyagolható gőznyomás, a nagy termikus és kémia stabilitás, valamint a relatíve magas elektromos vezetőképesség, valamint az eddigi tapasztalatok szerinti kedvező toxikológiai tulajdonság. További különös előnye ezeknek a vegyületeknek, hogy a szerves kation és a szervetlen vagy szerves anion széleskörű változtatásával változatos tulajdonságú, az adott alkalmazási feltételeknek legjobban megfelelő ionos folyadékok hozhatók létre.

Az elmúlt néhány évben egyre növekszik azoknak a közleményeknek a száma amelyek az ionos folyadékok használatát kiterjesztik a mikrohullámú kémia területére is. Az ionos folyadékok szerkezetükből adódóan – elsődlegesen jelentős elektromos vezetőképességük miatt – a mikrohullámú tér energiáját jó hatásokkal alakítják át hőenergiává, viszonylag kis energiával, gyorsan magas hőmérsékletre, 100-250 °C-ra melegíthetők, anélkül hogy bomlanának, vagy párolognának. A megjelent közlemények (több mint 120) az alkalmazások széles körét fogja át, kiemelkedők a nanoméretű fém és fémoxidok előállítás, valamint a szerves kémiai alkalmazások.

Az ionos folyadékok alkalmazása a mikrohullámú kémia területén mind kísérlettervezési, mind pedig biztonságtechnikai szempontból fontossá teszi az ionos folyadékok mikrohullámú tulajdonságait jellemző dielektromos állandó (ϵ'), és dielektromos veszteség (ϵ'') ismeretét. Az ionos folyadékok ϵ' értékének meghatározására több módszer is ismert [1-3], az ϵ'' meghatározására nem találtunk irodalmi adatot.

Munkánk célja egyrészt mérési módszer kidolgozása volt az ionos folyadékok dielektromos jellemzőinek mérésére 2,45 GHz frekvencián, különböző hőmérsékleteken, másrészt információ



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

nyerése céljából arra vonatkozóan, hogy a mért dielektromos állandók milyen összefüggésbe hozhatók egy új ionos folyadék család kémia szerkezetével és melegedési tulajdonságaival.

2.1. Ionos folyadékok hőmérsékletemelkedésének vizsgálata

Az ionos folyadékok hőmérséklet emelkedésének sebességét a mikrohullámú kémiában ismert CEM Discover készülékben végeztük. A készüléknek henger alakú kezelőtere van, ahol henger palástján lévő réseken jut be mikrohullámú energia. Ez a speciális megoldás biztosítja a mikrohullámú tér kiváló homogenitását. A hőmérséklet mérés a kezelőtér alján elhelyezett infravörös hőmérő rendszerrel történik. A vizsgált minták mennyisége 0.5g volt, amit henger alakú 12.5mm belső átmérőjű boroszilikát üvegből készült mérőedénybe helyeztünk el.

Az ionos folyadékok dielektromos tulajdonságainak (ϵ') és (ϵ'') vizsgálatakor számos fontos szempontot kellett figyelembe venni, amelyek eltérnek a hagyományos mérési eljárásoktól. Az elsődleges ilyen szempont az, hogy az ionos folyadékok önmagukban is viszonylag jó villamos vezetők. Ezért a klasszikus mérési módszerek, mint például kondenzátor dielektrikumként való vizsgálatuk nem alkalmazhatók. Olyan mérési módszert kellett választani, amely figyelembe veszi ezen anyagok speciális tulajdonságait. További problémát jelentett, hogy a mikrohullámú energia hatására ezek az anyagok jelentősen felmelegsznek, ezért a mérések során kerülni kellett a mintaanyagok túlmelegedését.

A dielektromos tulajdonságok vizsgálatára egy a Műszaki Kémiai Kutató Intézetben kifejlesztett mikrohullámú dielektrométer készüléket használtunk. A mérések megkezdése előtt próbaméréseket végeztünk, hogy közelítőleg meghatározzuk a minták dielektromos tulajdonságait, majd ennek megfelelően választhassuk ki az alkalmas mintatartó méretet és a melegítési sebességet.

A mikrohullámú terekben lejátszódó kezeléseket és kémiai reakciók vizsgálatát többnyire 2,45 GHz frekvencián végzik, ezért az ionos folyadékok dielektromos tulajdonságait is célszerűen ezen a frekvencián vizsgáltuk néhány 10 W mikrohullámú teljesítmény mellett. A tápvonalban kialakuló energiaviszonyokat 4 db diódás detektorral mértük. A detektorok jeleit kiértékelve adott összefüggések alapján a minta dielektromos állandója számítható.

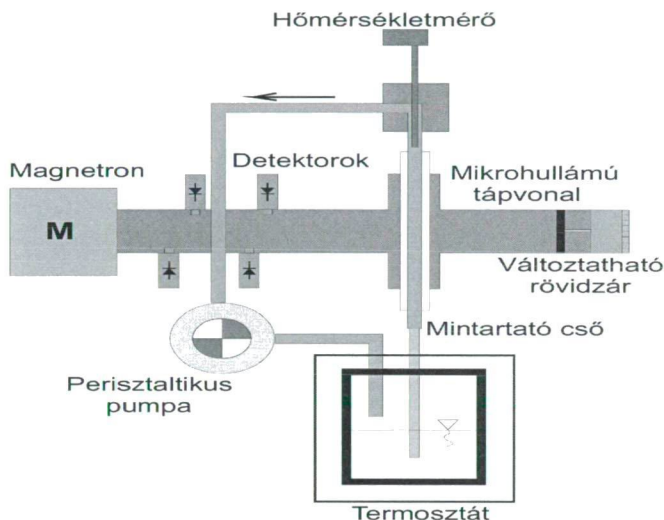
A vizsgált mintát átáramoltatjuk a mikrohullámú tápvonalon, egy erre a célra kialakított mintatartó egységen keresztül. A mérés során a mikrohullámú energia hatására felmelegszik a mintatartón átáramló anyag. Az áramoltatásra a minta túlmelegedésének elkerülése miatt volt szükség. másik ok, hogy a mikrohullámú térben nem állt rendelkezésre megfelelő hőmérsékletmérési eszköz, ezért a térből közvetlenül kilépő minta hőmérsékletét hagyományos módon mértük meg, majd ezt a jelet vittük a feldolgozó számítógépre. A minta áramoltatásához perisztaltikus pumpát használtunk, hogy a rendelkezésre álló viszonylag kis mennyiségű mintákat hatékonyan, és megfelelő sebességgel tudjuk a mikrohullámú térben keringetni. A mikrohullámú melegítésen kívül szükségesnek bizonyult a mintaanyag termosztálása is, az áramoltatás folyamán fellépő hőveszteség pótlására. A mérés során a dielektromos állandó folyamatosan változik, a minta hőmérséklet változásának megfelelően. Minden időpillanatban, miközben a minta hőmérséklete, - és ezzel dielektromos tulajdonságai is folyamatosan változnak, a mikrohullámú térben is változik a kialakuló elektromágneses erővonalkép. Egy megfelelő szabályozóegységgel a rövidzár helyzetének változtatásával minden



The project is co-financed by the
European Union



időpillanatban fázisazonosságot állítunk be, így a rövidzár pozíció (x) és a detektorok jelének mérése alapján a hőmérséklettel változó dielektromos állandó folyamatosan mérhetővé válik.



1. ábra. Mérési elrendezés ionos folyadékok vizsgálatára

A mérések elvégzéséhez próbamérésekkel határoztuk meg az optimális energiát, mely 40W-nak adódott. A mikrohullámú dielektromos állandó méréseire szolgáló készülék alapja egy körülbelül 3λ hosszúságú négyszög keresztmetszetű csőtápvonal, melyen meghatározott helyeken diódás detektorok vannak elhelyezve. Ezekről megfelelő távolságban található a mérendő dielektrikumot tartalmazó mintatartó egység. A tápvezeték végén található a lezárás, melynek pozíciója egytized-milliméter beosztású skálával ellátott forgató mechanizmussal állítható. A behelyezett dielektrikum által okozott elhangolódás és csillapítás mértékét, amelyből a minta dielektromos jellemzői az alábbi összefüggések alapján számíthatók [4]:

$$\varepsilon' = 1 + \frac{a\lambda^2}{\lambda_T \pi^2 d^2} \operatorname{tg}(\beta * \Delta x) \quad (1)$$

$$\text{ahol: } \beta = \frac{2\pi}{\lambda_T}, \quad \Delta x = x_1 - x_0$$

$$\varepsilon'' = \frac{a\lambda^2}{\lambda_T \pi^2 d^2} * \frac{1}{r} \quad \text{ahol: } \frac{1}{r} = \sqrt{\frac{U_1}{U_3}}, (2)$$



The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
creating
common future

ahol λ , és λ_T a hullámhossz vákuumban, ill. a hullámvezetőben, a a hullámvezető nagyobb mérete, d a mintatartó belső átmérője, U_1/U_2 az ún. állóhullám arány A dielektrométerrel kapott mérési eredményeinket összevetettük az irodalmi adatokkal [1,6]. Az eltérések azzal magyarázhatók, hogy az irodalmi adatok statikus térre vonatkozó értékek, vagy adott frekvenciára extrapolációval számítottak. A 2,45 GHz frekvencián mért értékek túlnyomórészt kisebbek a statikus értékeknél és mivel nem számított értékek a szórás is nagyobb.

1. táblázat. Néhány ionos folyadék minta dielektromos állandója

Vegyület neve	Irodalmi adat	Mért érték (2,45GHz,25°C)
EMIM-TF	15,2±0,3	12,2±0,9
BMIM-TF	13,2±0,3	12,9±0,9
BMIM-BF4	11,7±0,6	8,7±0,8
BMIM-PF6	11,4±0,6	5,6±0,7
HMIM-PF6	8,9±0,9	7,5±0,8

2.2. Ionos folyadékokkal végzett mérések eredményei

A mikrohullámú anyagkezelés során a mikrohullámú energia kölcsönhatásba lép a kezelendő anyaggal, és az anyag a rá jellemző dielektromos tulajdonságaiból adódóan az elektromos energiát hőenergiává alakítja át. Ennek az átalakítási folyamatnak makroszkópikusan észlelhető, mérhető megjelenése a kezelt anyag hőmérsékletének növekedése. A hőmérsékletnövekedés sebessége a mikrohullámú teret,- és a kezelt anyagot jellemző tulajdonságoktól függ, amelyet a következő egyenlet ír le:

$$\Delta T/\Delta t = P_v/\rho C_p = jE^2 \epsilon''/\rho C_p \quad (3)$$

A képletben a ΔT a minta hőmérsékletének növekedése (K°), Δt az idő (s), P_v az az anyag egységnyi térfogatában elnyelődött mikrohullámú teljesítmény (W/m^3), ρ az anyag sűrűsége (kg/m^3), C_p az anyag fajhője ($J/kg K^\circ$), j állandó, E az anyagban kialakuló elektromos térerő (V/m), f a frekvencia (Hz), ϵ'' dielektromos veszteség. [5]

A képletből látható, hogy kezelt anyag hőmérséklete több tényező együttes hatására alakul ki, ezek hatásának külön-külön történő vizsgálata nem könnyű feladat, mert a ρ , C_p ϵ'' jellemzők önmagukban is hőmérséklet függők. Az E térerő értékének anyagon belüli pontos mérése nehéz feladat. Egyszerűbbé válik a helyzet, ha szigorúan csak egy vegyület család homogén sorát vizsgáljuk, mivel itt bizonyos egyszerűsítések megengedhetők.

A vizsgált ionos folyadékok ilyen szigorúan vett homogén sornak tekinthetők, mivel az imidazolium kation 1 és 3 helyzetében történő változtatások (R csoport változása metil. etil, propil, butil.) nem érintik a kation szimmetria viszonyait – így polarizációs viszonyait sem, növelik azonban az ion térkitöltését és a tömegét.. Ez utóbbi kettő kis mértékben befolyásolja, – csökkenti a sűrűséget, ezzel szemben nagyobb mértékben befolyásolja a vezetőképességet és a viszkozitást, ami az ϵ'' értékét



The project is co-financed by the
European Union

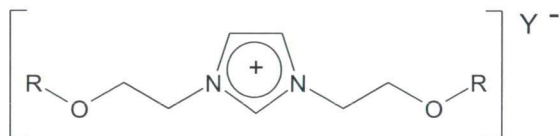
Good neighbours
creating
common future 

módosíthatja. Ha feltételezzük, hogy a homológ soron belül a ρ és a C_p a hőmérséklet növelésével jelentősen nem változik akkor, akkor a ρC_p szorzatot közel állandónak tekinthetjük, így a hőmérséklet emelkedés sebességét a E és ϵ'' határozza meg.

További egyszerűsítés tehető, ha monomodú készülékben, azonos mennyiségű és alakú mintát állandó mikrohullámú energiaközlés mellett vizsgálunk. Ekkor az E értékét ϵ' határozza meg. Amennyiben az ϵ' a homológ sorban a hőmérséklettel sokkal kevésbé változik mint az ϵ'' , ekkor a hőmérséklet emelkedés sebességét alapvetően ϵ'' értéke határozza meg.

A következő általánosított szerkezeti képlettel rendelkező új típusú ionos folyadékok hőmérséklet emelkedését vizsgáltuk (2. Táblázat):

2. táblázat. A mérések során használt vegyületek felépítése



Vegyület neve	R	Y
1	CH ₃	BF ₄
2	C ₂ H ₅	BF ₄
3	C ₃ H ₇	BF ₄
4	C ₄ H ₉	BF ₄
5	CH ₃	PF ₆
6	C ₂ H ₅	PF ₆
7	C ₃ H ₇	PF ₆
8	C ₄ H ₉	PF ₆
9	C ₂ H ₅	Cl
10	C ₂ H ₅	Br
11	C ₂ H ₅	SCN
12	C ₂ H ₅	N(CN) ₂
13	C ₂ H ₅	N(SO ₂ CF ₃) ₂

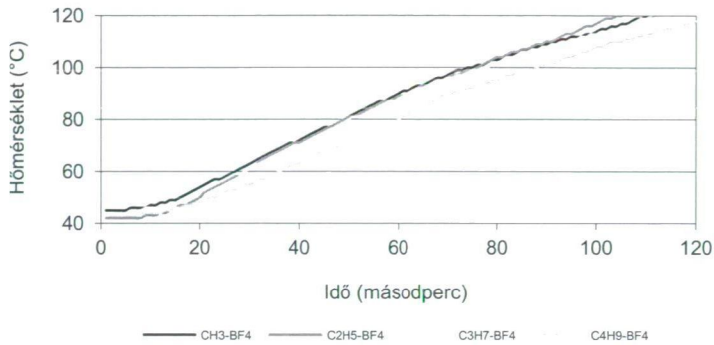
Az R csoport hatását két anion – BF₄ (1-4 vegyület) és PF₆ (5-8 vegyület) esetén vizsgáltuk 3 és 5 W mikrohullámú teljesítmény esetén. Az eredmények azt mutatják, hogy az R csoport szénatom számának növekedésével csökken a hőmérsékletemelkedés sebessége. A mikrohullámú energia növelésével hőmérséklet emelkedési sebességek jelentősen közelítenek egymáshoz és a sorrendek esetenként változnak a hőmérséklet növekedésével, ez azonban nem jellemző. Összességében a hőmérsékletemelkedés sebessége, mind tendenciájában, mind sorrendjében követi ϵ' és ϵ'' és hőmérséklet függését, ami valószínűsíti, hogy egy szigorúan vett homológ soron belül ϵ'' határozza meg egy adott ionos folyadék melegedését (2.-4 Ábrák).



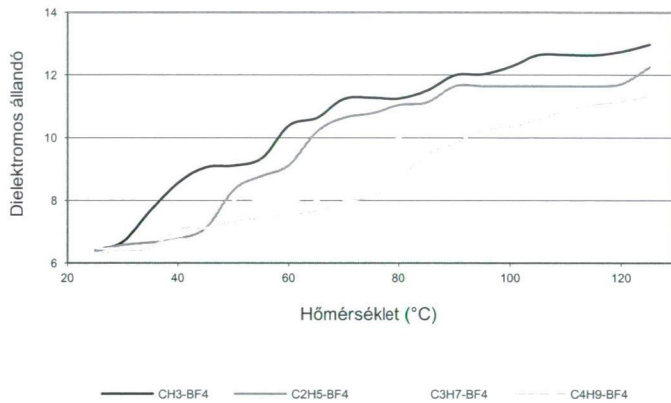
The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
 creating
 common future

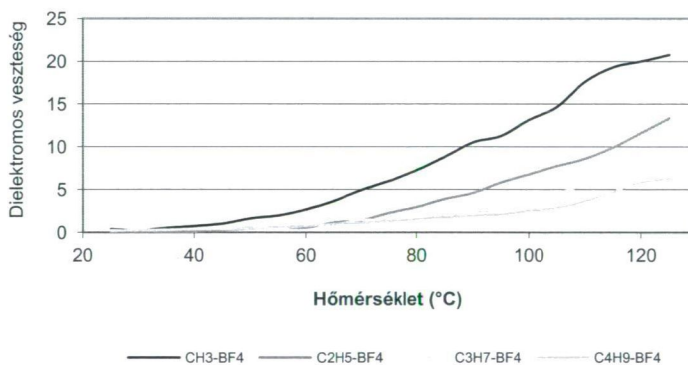




2. ábra 1,3-bisz(alkoxi-etil)-imidazoliium-tetrafluoro-borátok melegedési sebessége 3 W -on



3. ábra. 1,3-bisz(alkoxi-etil)-imidazoliium-tetrafluoro-borátok dielektromos állandóinak hőmérséklet függése

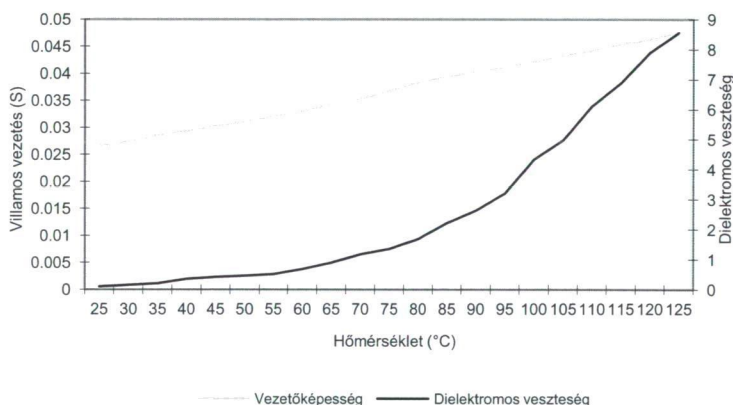


4. ábra. 1,3-bisz(alkoxi-etil)-imidazoliium-tetrafluoro-borátok dielektromos veszteségeinek hőmérséklet függése



A szerves anionok esetén bonyolultabb a helyzet, a kisebb térkitöltésű és kevesebb centrumot tartalmazó ionok esetén - SCN, N(CN)₂ – gyorsabb a melegedés, de megnövelve a mikrohullámú teljesítményt, ez már nem igaz, a (CF₃SO₂)₂N esetén meglepő módon megnő a hőmérséklet emelkedés sebessége.

Megvizsgáltuk az ionos folyadékok villamos vezetőképességét is, és azt tapasztaltuk, hogy habár nem magas a mért érték (mintegy azonos értékű a csapvíz vezetőképességével), de mégis számottevő. Hőmérsékletfüggését vizsgálva látható, hogy a hőmérséklet növekedésével jelentősen növekszik. Ezt tapasztaltuk az anyagok dielektromos veszteségét vizsgálva is. Feltételezhető tehát, hogy az ionos folyadékok hőmérséklettel növekvő dielektromos veszteségének egyik fő oka ezen anyagok hőmérséklettel növekvő vezetőképessége. Villamosan vezető anyagokban ugyanis elektromágneses tér hatására örvényáramok gerjesztődnek, tehát elektromos áram folyik az anyag belsejében. Ezen áram is melegíti az anyagot és a létrehozásához szükséges energiát az elektromágneses térből vonja el. A 5.ábrán látható, hogy míg a vezetőképesség növekedése lineáris, addig a dielektromos veszteség négyzetes jellegű emelkedést mutat. A dielektromos veszteség gyorsabb növekedéséért tehát az ionos folyadék nem mikrohullámú térben mért vezetőképességén kívül egyéb jelentős tényező is felelős.



5. ábra (C₂H₅-PF₆) 1,3-bisz(etil)-imidazolium-hexafluoro-foszfát villamos vezetőképességének és dielektromos veszteségének hőmérsékletfüggése

3. IMPREGNÁLT AKTÍV SZENEK DIELEKTROMOS ÉS HŐMÉRSÉKLETEI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA

A különböző típusú ipari és katonai szűrőkben a levegőben lévő gáz és gőzállapotú káros anyagok kiszűrésére aktív szén illetve megfelelően impregnált aktív szén használtnak. Az uniós csatlakozást követő egyre szigorodó környezetvédelmi előírások várhatóan megnövelik a hazai felhasználás volumenét, amely ma importból kerül beszerzésre.[8] Fontos kiemelni, hogy az impregnálásnál a mikrohullámú technológia alkalmazása teljesen új terület, amivel óriási energia-



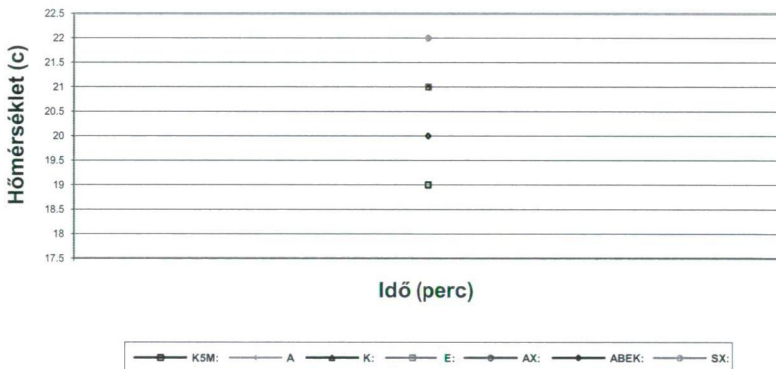
The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
 creating
 common future

megtakarítás érhető el a termikus szárítás és utókezelés kiváltásával, ezzel jelentősen csökkentve a környezet terheltségét.

Az impregnált aktív szenek mikrohullámú szárításáról és azt követő hőkezeléséről – mikor az impregnáló anyagokban a gázállapotú káros anyagok megkötése szempontjából fontos kémiai átalakulások mennek végbe. Ezekről a folyamatokról azonban irodalmi adat nem található. Ezért első lépésként meg kellett vizsgálni az elterjedten használatos impregnált aktív szenek mikrohullámú kezelés során történő viselkedését, egyrészt a melegedési tulajdonságukat megismerése másrészt a kezelési technológia biztonsága miatt. Második lépésként képet kellett kapni arról, hogy a vizes itató fürdőből kikerülő aktív szén mikrohullámú szárítása milyen mikrohullámú kezelési paraméterek mellett valósítható meg. Így megvizsgáltuk a vizes aktív szén, milyen energia fajlagos (W/g szén) mellett, milyen időintervallumban, és milyen páraelszívási légáram sebességgel szárítható meg. Száraznak tekintettük azt a mikrohullámmal kezelt aktív szenet, amelynek víztartalma kisebb volt 2-5 %-nál. Megvizsgáltuk, hogy az itatóból kikerülő aktív szénen megkötött impregnáló anyagok hogyan befolyásolják a szárítás folyamatát, a kialakuló hőmérsékleti profilt, valamint a megmaradó víztartalmat.

**Ismert impregnált aktív szenek melegedési görbéi
30 W mikrohullámú energia esetén**



6. ábra Különböző típusú impregnált aktív szenek hőmérsékletemelkedési görbéi

Megvizsgáltuk impregnált szenek dielektromos tulajdonságait, a már előbb említett mikrohullámú dielektromos állandó mérőkészülékben. A mérések során a szén jelentős mértékben abszorbeálta a mikrohullámú energiát, ezért többször is hajlamos volt begyulladásra. Ezt nitrogén gáz átáramoltatásával küszöböltük ki. Így közel 20 féle impregnált szén dielektromos állandóját és veszteségi tényezőjét vizsgáltuk meg. Ezek az eredmények segítették a későbbiekben a mikrohullámú szárítás feltételeinek kidolgozását.



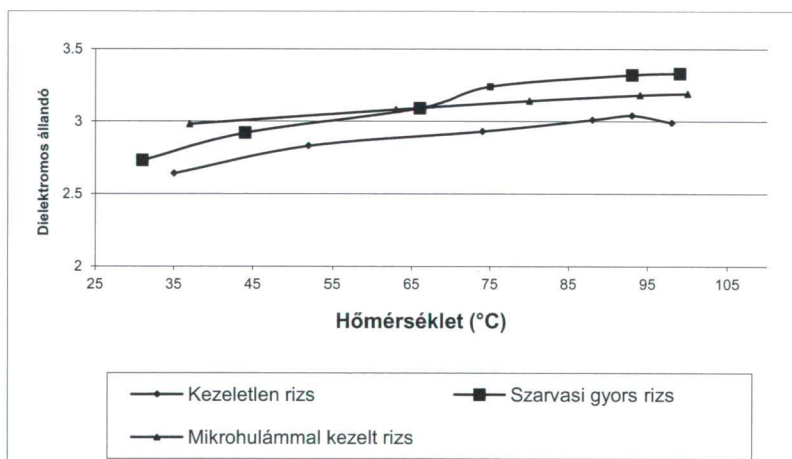
The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

4. RIZS MIKROHULLÁMÚ DIELEKTROMOS TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA

Az új rizstermékek minőségére vonatkozó követelménye, mint például a 10-12 perces készre főzési idő, csirizedéstől mentes, ép és szabályos formájú rizsszemek, fehér szín és kellemes íz, valamint a mikrobiológiai stabilitást, elfogadható idejű tárolhatóságot biztosító, 12-14%-os végnedvesség tartalom kielégítése számos technológiai probléma elé állította a fejlesztő kutatókat.[9] A hagyományos technológiák közös jellemzője, egyúttal hátránya is az alkalmazott hagyományos előfőzési technológiáknak, hogy a „gyors rizs” termék csak több, -jelentős víz és energiaigénnyel járó műveleti lépéssel, valamint mechanikai igénybevételen keresztül állítható elő. Európában a különböző gyors főzési idejű rizstermékek (főzési idő 10-12 perc) éves forgalma mintegy 1-1,5 millió tonna. Ezen mennyiség előállításának energiaigénye az ismertett hagyományos technológiák alkalmazása esetén hihetetlenül nagy, azaz mintegy 5 070 kWh/tonna⁶. A probléma megoldását a rizs mikrohullámú előkezelése jelentette, mely kisebb mértékű energiafelhasználása mellett, jelenősen egyszerűbb műveletigényű eljárás.

A mikrohullámú hőkezelés körülményeinek vizsgálatához értékes támpontot nyújthat a vizsgálandó rizsfélések dielektromos jellemzőinek az ismerete, ezek értékének függése a hőmérséklettől. A rizs dielektromos állandójának hőmérsékletfüggését vizsgálva megállapítást nyert, hogy a rizs mikrohullámú hőkezelése során nem várható a minőséget károsító gyors hőmérséklet megugrás. A vizsgálatok további eredménye azt bizonyította, hogy mikrohullámú hőkezelés esetén –ellentétben a hidrotermikus eljárásokkal, amelyek alkalmazásakor a rizskeményítő részleges hidrolízise megy végbe - a rizs mikroszerkezetének lazulása következik be.



7. Ábra Különböző típusú rizs termékek dielektromos tulajdonságai a hőmérséklet függvényében

A mikrohullámú dielektromos állandó hőmérsékletfüggésének vizsgálata a különböző rizsfélék esetén megalapozta egy ipari méretű előfőzési eljárás kidolgozását, mely során egyszerűbb technológiai eljárásokkal és kevesebb energiafelhasználással érhető el a kívánt végeredmény.



The project is co-financed by the
European Union



IRODALOMJEGYZÉK

1. C.Wakai, A. Oleinikova, M.OTT, H.Weingartner, J.Phys.Chem. B. 109 (36).17028-30 (2005).
2. F. Brihgt, G.A. Baker, J.Phys.Chem. B. 110 (11).5822-23 (2006).
3. C Wakai, A. Oleinikova, H.Weingartner, J.Phys.Chem. B. 110 (11).5824 (2006).
4. M Charreyre, J Thiebaut, G.Roussy, J.Phys.E:Sci.Instrum., Vol17 (1984).
5. R.F. Schiffmann, Microwave and dielectric drying, in: A.S. Mujamder(Ed), 2nd., Handbook of Industrial Drying, vol 1, Marcel Dekker, New York, 1995, pp. 345-372.
6. I. Crossing, J.M. Slattery, C. Daguenet, P.J. Dyson, A. Oleinikova, H. Weingartner, J.AM.Chem.Soc.2006. 128,13427-13434
7. Gabriel, C., Gabriel, S., Grant, E., Halstead, B., Mingos, D. (1998): Dielectric parameters relevant to microwave dielectric heating. Chemical Society Reviews, 1998:27, 213-223 p.
8. Jones, D. A., Lelyveld, T. P., Mavrofidis, S. D., Kingman, S. W., Miles, N. J. (2002): Microwave heating applications in environmental engineering. Resources, Conservation and Recycling, 2002:34, 75-90 p.
9. Neyens E., Baeyens J. (2003): A review of thermal sludge pre-treatment processes to improve dewaterability. Journal of Hazardous Materials B98 51-67 p.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

BERENDEZÉS KIFEJLESZTÉSE NAPKOLLEKTOROK ÜZEMI JELLEMZŐINEK MÉRÉSÉRE

Péter Szabó István¹, Szendrő Péter², Szabó Gábor¹

¹Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar
6724 Szeged, Mars tér 7.

²Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar
2103, Gödöllő, Páter Károly u. 1.

e-mail: pszi@mk.u-szeged.hu

ABSTRACT

During our tests of solar collectors we have developed a measuring system which is applicable for specifying the function of efficiency. We have tested our own-designed experimental solar collectors in pairs, so we could make comparison measurements by changing the technical parameters of the collectors. Beyond the examination of the function of the efficiency we studied the transient effects and the properties of the serial and parallel connections. During our research we have made several statements which are important informations for designing a control system of solar collectors.

ÖSSZEFOGLALÁS

Napkollektorokkal kapcsolatos kísérleteink során saját mérőberendezést fejlesztettünk ki, mely alkalmas napkollektorok hatásfok-függvényeinek mérésére. Egyszerre két, saját tervezésű kísérleti kollektort vizsgáltunk, így az egyes paraméterek változtatásával összehasonlító méréseket végezhattünk. Vizsgálataink a hatásfok függvényének felvételén túl kiterjedtek a kollektorok tranziens jelenségeinek, valamint a soros és párhuzamos kapcsolások jellegzetességeinek tanulmányozására. A berendezés üzemeltetésével számos olyan megállapítást tettünk, amelyek napkollektorok szabályozásának megtervezésekor fontos információkat jelentenek.

1. KÍSÉRLETI BERENDEZÉS

A kollektorok hatásfokának meghatározására az 1. ábrán látható kísérleti mérőberendezést fejlesztettük ki (1. ábra).

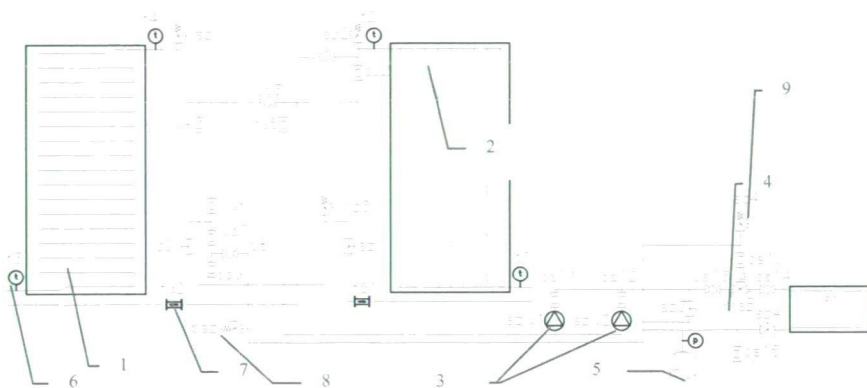
A berendezéshez egyedi gyártású kollektorokat alkalmaztunk. A kollektorok kialakítása a gyakorlatban előforduló – kolektor csőkígyós abszorberrel (1), kollektor osztó-gyűjtős abszorberrel (2) – típusúak. Tekintettel arra, hogy a kollektorok fedése cserélhető, így különböző, polikarbonát-fedéseket és fedés nélküli üzemeltetést is vizsgálhattunk. A kapcsolással lehetséges a két kollektor párhuzamos és soros üzemeltetése, soros kapcsolásnál tetszőleges sorrendben. Lehetőség van az egyes kollektorok kizárására is. A berendezés működtethető szabályozatlan, vagy kilépő hőmérsékletre szabályozott üzemmódokban a keringtető szivattyúk (3) segítségével.

A kollektorok hatásfoka a napsugárzás intenzitásának és a környezethez viszonyított hőmérséklet-különbségnek a függvénye. A mérések segítségével a kollektorok hatásfok függvényét a két független változó minél nagyobb értéktartományán belül kívánjuk definiálni.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 



1. ábra. Kísérleti mérőberendezés kollektorok hatásfokainak meghatározására

1 – kollektor csőigényes abszorberrel, 2 – kollektor osztó-gyűjtős abszorberrel, 3 – keringtető szivattyúk, 4 – termovenilátor, 5 – tágulási tartály, 6 – hőmérők, 7 – térfogatáram-mérők, 8 – biztonsági nyomáshatároló szelep, 9 – légtelenítő szelepek

A méréseket természetes körülmények közt végeztük, mesterséges fényforrást nem alkalmaztunk, így a sugárzás intenzitását nem befolyásolhattuk. A másik változó, a környezethez viszonyított hőmérséklet-különbség hatékonyan szabályozható a rendszerbe kötött termovenilátor (4) segítségével, melyen keresztül a kollektorok általt termelt hő a környezetbe távozik. A termovenilátor fordulatszáma fokozatmentesen szabályozható, illetve egy szabályozószeleppel ellátott megkerülő ággal a termovenilátor hűtőtelsítménye tovább csökkenthető. Lehetőség van a termovenilátor áramlásból való kizárására is. Ezzel a megoldással a kollektorokba érkező folyadék hőmérséklete változtatható: a termovenilátor hűtőtelsítményének csökkentésével a kollektorbba érkező folyadék hőmérséklete emelkedik. Ez lehetővé teszi a kollektorok környezethez viszonyított hőmérséklet-különbségének gyors változtatását.

A berendezést két szivattyúval láttuk el, az egyik szivattyú a folyadék hőmérsékletének megfelelően szabályozza a térfogat-áramot, a másik szivattyú nem végez szabályzást. A két szivattyú közül egyszerre csak az egyik üzemel.

A térfogatáram-mérők (7) a hagyományos turbina-rendszerű vízóráktól eltérően forgódugattyús, térfogat-kiszorítás elvén működő eszközök, melyekkel már rendkívül alacsony, $7,5 \text{ l h}^{-1}$ térfogatáram is mérhető. A mérőberendezésekre szerelt impulzusjeladók literenként jeleznek. Az impulzusjeleket kétcsatornás adatgyűjtővel mentettük. A térfogatáram-mérők pontossága $\pm 2 \text{ tf. \%}$.

A hőmérsékleteket K-típusú termoelemekkel mértük. A termoelemek hőmérséklet-adatait Testo 177-T4 adatgyűjtővel regisztráltuk. A mérési pontosság $\pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Az 1. ábrán jelölt hőmérséklet- (6) és térfogatáram-mérőkön (7) kívül mértük a környező levegő hőmérsékletét és páratartalmát, illetve a napkollektorok közé, azok síkjával megegyező helyzetben rögzített Lambrecht 16131 típusú piranométerrel a globális napsugárzás intenzitását.

A mérések során 5 másodpercenkénti mentést alkalmaztunk, mely gyakoriság a tranziens jelenségek vizsgálatát is lehetővé teszi. Az eredmények feldolgozását Microsoft Excel szoftverrel végeztük el.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

2. FELHŐS IDŐSZAKOK KISZŰRÉSE

A kollektorok pillanatnyi hatásfokának gyakorlati mérésére alkalmatlanok a felhős időszakok. A felhők változékonnyá teszik a napsugárzás intenzitását, mely változásokat az alkalmazott piranométer kevesebb, mint 5 s alatt érzékel. A kollektor hőtehetetlenségéből adódóan lassabban reagál, így a kilépő hőmérséklet értékének csökkenése később jelentkezik. Ebből adódóan a közvetlenül a sugárzásintenzitás csökkenése után mért hatásfok-értékek hibásak. A hiba kétféleképp szüntethető meg:

- napi átlagos hatásfok-értékek számításával,
- a felhős időszakok eredményeinek figyelmen kívül hagyásával.

Saját algoritmust fejlesztettünk ki a felhős időszakok kiszűrésére. Eljárásunkat tudományos közleményben részletesen ismertettük (István Péter Szabó, Gábor Szabó, 2012).

3. SOROS KAPCSOLÁS

Sorba kapcsolt kollektorok hatásfoka a sorban előre haladva csökken. Helytelen vezérlés esetén egyes kollektorok teljesítménye nullára csökkenhet vagy negatív értéket vehet fel: a túlmelegedett folyadék a további kollektorokban visszahűlhet. Ezen jelenséget a saját mérőberendezésünkön végzett méréseken túl más, ipari környezetben alkalmazott kollektor telepen is kimutattuk.

A sorba kötött kollektorok közül az időjárás változására a második kollektor az elsőnél lassabban reagál (István Péter Szabó, Gábor Szabó, 2011).

4. ELTÉRŐ KOLLEKTOROK PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSA

A két kollektor eltérő abszorber csővezetéke miatt nyomásveszteségek is különbözőek, ezért a kollektorokat nyomásszabályozó szelepekkel láttuk el, melyekkel lehetséges a két térfogatáram kiegyenlítése a párhuzamos kapcsolású mérések során. Tapasztalataink szerint az eltérő hidrodinamikai tulajdonságú kollektorok párhuzamos kapcsolása hibás üzemmódokat eredményezhet.

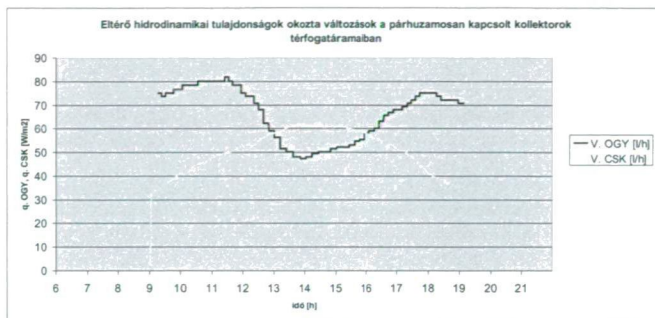
Fójtószelepekkel van lehetőségünk a párhuzamosan kapcsolt két kollektor eltérő nyomásesésének kiegyenlítésére. Ez a kiegyenlítés viszont hőmérsékletfüggő, mivel a propilénglikol viszkozitása jelentősen csökken a hőmérséklet emelkedésével. Mérési tapasztalataink szerint ez ahhoz vezet, hogy a hidegen azonos térfogatáramra beállított, majd felmelegedő kollektorok közül az osztógyűjtőben radikálisan csökken (2. ábra), esetenként akár meg is szűnik az áramlás.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future

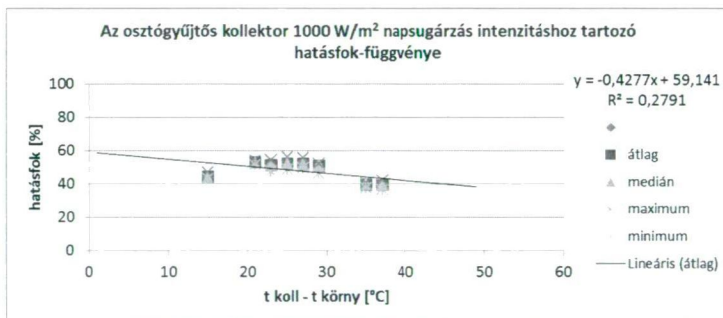




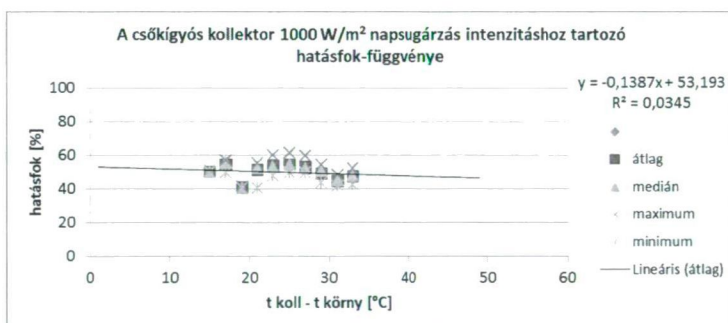
2. ábra. A térfogatáramok arányának változása a fagyálló folyadék hőmérsékletfüggő viszkozitásának hatására

5. HATÁSFOK DIAGRAMOK

A mérések során létrehozott adatbázisból lekérdezésekkel létrehozható a kollektorok hatásfok-diagramja. A 3. ábra és a 4. ábra a két kollektor hatásfokának alakulását mutatja 1000 Wm⁻² napsugárzás intenzitás esetén, a közepes kollektor hőmérséklet és a levegő hőmérséklet különbségének függvényében:



3. ábra. 1000 Wm⁻² napsugárzás intenzitáshoz tartozó hatásfok-függvény – osztógyűjtős abszorberrel szerelt kollektor



4. ábra. 1000 Wm⁻² napsugárzás intenzitáshoz tartozó hatásfok-függvény – csőkígyós abszorberrel szerelt kollektor

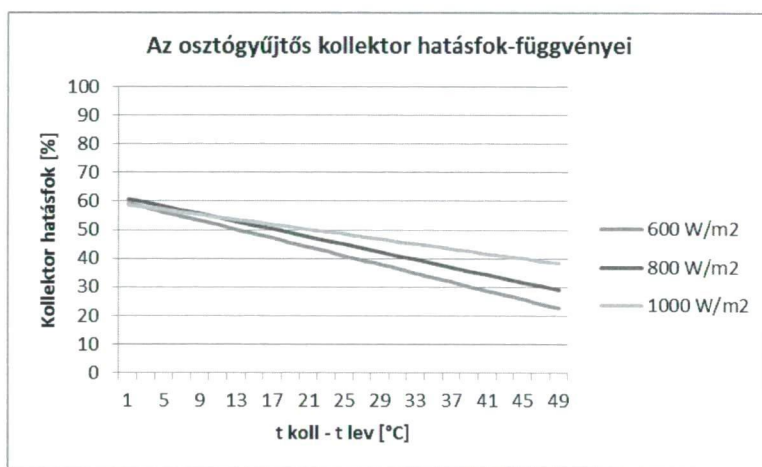


The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future

További lekérdezésekkel előállítható a különböző napsugárzás intenzitás értékek szerinti görbesereg (5. ábra). Hasonlóképpen előállítható a csőkégyös kollektor megfelelő diagramja.

A beállított szűrési paramétereknek megfelelő esetenként több száz mérési eredmény szórását mutat, az átlagtól eltérő, kiugró értékek hibát jeleznek. Az egyik leghatékonyabb módszer, ami eltávolítja a kiugró értékeket, ugyanakkor megőrzi a valós adatokat az alacsony, 200 Wm^{-2} napsugárzás intenzitásánál kisebb értékekhez tartozó eredmények eltávolítása (A. Lester et. al., 2006). Az adatok feldolgozása során mi is azt tapasztaltuk, hogy az alacsony napsugárzás intenzitás bizonytalanná teszi a méréseket, így ezen eredményeket az adatbázisunkból eltávolítottuk. Az ASHRAE szabvány előírásai szerint az előírt minimális napsugárzás a mérések során 630 Wm^{-2} (ASHRAE, 1977). Az adatfeldolgozás során mi is azt tapasztaltuk, hogy 600 Wm^{-2} napsugárzás intenzitás alatt a mérés pontatlanná válik, az eredmények szórása jelentősen növekszik.



5. ábra. Az osztógyűjtős kollektor hatásfok-függvényei különböző napsugárzás intenzitás értékekre

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karán olyan mérőberendezést fejlesztettünk ki, mellyel a napkollektorok hatásfok-függvényei természetes körülmények közt felvehetőek. A mérési eredmények nagy pontossággal illeszkednek az elméletnek megfelelő jelleget mutató közelítő függvényekre. A pontos illeszkedés jellemző a laboratóriumi méréseknél használt 1000 Wm^{-2} és a szakirodalomban előírt minimális 630 Wm^{-2} értékek közé eső teljes tartományon.



The project is co-financed by the European Union



IRODALOMJEGYZÉK

1. Lester, D.R. Myers, (2006): A method for improving global pyranometer measurements by modeling responsivity functions. *Solar Energy* 80 (2006) 322–331
2. Methods of testing to determine thermal performance of solar collectors, ASHRAE STANDARD 93-77, ASHRAE, 345 East 47th street, New York 10017, 1977.
3. István Péter Szabó, Gábor Szabó (2011): Research of Solar Energy at the Faculty of Engineering University of Szeged. X. Wellmann International Scientific Conference. 5th May, 2011
4. István Péter Szabó, Gábor Szabó (2012): Data Processing Of Measuring Sets Of Solar Collectors. Proceedings of 2012 International Conference on Clean and Green Energy (ICCGE 2012), Hong Kong, 5-7 January, 2012, ISSN: 2010-4618



The project is co-financed by the
European Union



TEJTŐL A TEJIPARI SZENNYVÍZIG, AMIT MIKROHULLÁMÚ ELEKTROMÁGNESES TÉRBE HELYEZHETÜNK

Géczi Gábor

Szent István Egyetem, Gépészmérnök Kar, Környezetipari Rendszerek Intézet,
H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.
email: geczi.gabor@gek.szie.hu

ABSTRACT

I do not view my research concluded over the last 10 years and unfortunately I can not say that I would have been any groundbreaking conclusions. But to say that "I joined" those who believe in the development of new technologies and opportunities for people who are trying to prove or disprove fears of food energy. But what is called the new technology? We know Percy L. Spencer American engineer in 1946, the history of chocolate from the radar station, and the final results for the microwave heating. Do I want to call a new technology that almost every household, every workplace "small kitchen" can be used and is used several times a day? The microwave technique spread really enviable, but a wide range of industrial apple shape is still pending. The microwave energy disclosure of the benefits and drawbacks of scientific research may also determine the next 10 years in the work of several researchers, including mine.

ÖSSZEFOGLALÓ

Nem tekinthetem lezártak az elmúlt 10 év kutatási munkáját és sajnos nem állíthatom azt sem, hogy korszakalkotó következtetésekre jutottam volna. De mondhatom, hogy „beálltam” azok közé, akik hisznek az új technológiák fejlesztésében, akik megpróbálnak bizonyítani lehetőségeket vagy cáfolni félelmeket az élelmiszeripari technológiákban. De mit is nevezek új technológiának? Jól ismerjük Percy L. Spencer amerikai mérnök 1946-os történetét a csokoládéval a radarállomáson, majd a végeredményt a melegítésre alkalmas mikrohullámú sütit. Azt akarom új technológiának nevezni amit szinte minden háztartásban, minden munkahelyi "kiskonyhában" megtalálhatunk és használunk naponta többször? A mikrohullámú technika elterjedése valóban irigylésre méltó, de széleskörű ipari alkalmazása még mindig várat magára. A mikrohullámú energiaközlés előnyeinek és hátrányainak tudományos vizsgálata lehet, hogy még a következő 10 évre is meghatározza számos kutató munkáját, köztük az enyémet is.

1. MIKROHULLAMÚ MÉRÉSTECHNIKÁTÓL A MIKROHULLÁMÚ ALKALMAZÁSIG

Az egykori Gödöllői Agrártudományi Egyetem Agrárenergetika és Élelmiszeripari Gépek Tanszékének kutatási projectjei a szemesztermények dielektromos tulajdonságait vizsgálták, és a nagyfrekvenciás vizsgálatok kiegészültek a mikrohullámú frekvencián végzett tartománnyal. Ebben az időszakban négyszögletes csőápvonalon, alacsony teljesítmény szint mellett, a mikrohullámú frekvencia a mérés részeként volt jelen. Ez az időszak egy ún. INCO-Copernicus program lefutásával, és ami számomra talán fontosabb, a doktori fokozat megszerzésével lezárult. A mikrohullámú méréstechnika és az élelmiszerek tulajdonságai még számos lehetőséget adna a kutatásra, de a műszerparkunk előregedése a kutatási tapasztalatok gyakorlati alkalmazása felé terelték érdeklődésemet. Lassan, de biztosan fogalmazódott meg a cél, amely szerint a mikrohullámú melegítést élelmiszeripari üzemekben is célszerű lenne alkalmazni.



The project is co-financed by the
European Union



Természetes, hogy a mikrohullámú frekvencia ipari alkalmazására volt már kísérlet és néhány példát is fel tudunk sorolni irodalmakból, de a háztartásokhoz hasonló népszerűségről egyáltalán nem beszélhettünk és nem beszélhetünk ma sem. Számtalanszor hangzott el és került nyomtatásra, hogy az egyik legfontosabb elérhető előny az, hogy a mikrohullámú hőkezelés gyorsaságából eredően kisebb károsodást eredményez a termék tápértékében. További előnyök között említettük az energia megtakarítást, alacsonyabb üzemeltetési költséget, gyors feldolgozási időt és rugalmasságot, hely megtakarítást, amelyek vonzóvá tehetnék a mikrohullám használatát az ipari alkalmazások számára. Ugyanakkor az ok, amiért csak lassan terjednek el a mikrohullámú kezelések annak tudható be, hogy a berendezések költségesek, nem áll rendelkezésre elég adat a belső hőkeltést befolyásoló paraméterekről. De a legnagyobb problémának az volt tudható, hogy a mikrohullámú melegítés során a termék hőmérséklete nem egyenletes, így nem biztosított az egyenletes csíraölő hatás. Ezen kívül meghatározó érv az emberek körében terjedő szóbeszéd is, amely szerint a mikrohullám alkalmazásának káros hatásai is lehetnek.

A mikrohullámú energiaközlés termikus hatásait tapasztalatból, a háztartásokban rutinszerű alkalmazott felmelegítésekkel mindenki jól ismerte. Mind a korábbi időszakban, mind napjainkban a mikrohullámú élelmiszerkezelések vizsgálata kiegészült az ún. nem-termikus hatások vizsgálatával. Nem-termikus hatásként értelemszerűen olyan reakciókat, folyamatokat értünk, amelyek során a termék fizikai, kémiai illetve biológiai állapotában változás történik (történhet) anélkül, hogy a hőmérséklete emelkedne. A nem-termikus hatások létezésének bizonyítása nem egyszerű feladat, mert az elektromágneses erőterbe helyezett folyadékok dipólus molekulái a polaritásuknak megfelelően mindig irányba rendeződnek és ez a belső mozgás a termékben hővé alakul.

Mivel a kérdések sorakoztak, válaszolni pedig csak mérések, kísérletek elvégzése után lehetséges így „beálltam” azon kollégák közé, akik a mikrohullámú frekvencia élelmiszerekre, anyagokra történő hatásait vizsgálják. Talán nem meglepő, hogy ezen a téren is megosztottak a szakemberek. Az egyik fél bizonyítja a mikrohullámú melegítés egyenértékűségét más hőközlésekkel, a másik fél pedig az előnyöket vagy éppen hátrányokat próbálja kimutatni, sőt ezeket összefüggésbe hozni az említett nem termikus hatásokkal.

2. MIKROHULLÁMÚ ELEKTROMÁGNESES TÉR HATÁSA AZ ÉLELMISZEREKRE, A HAZAI KUTATÓK TÜKRÉBEN

A mikrohullámú kezelésekkal foglalkozó példákat, kutatási eredményeket sorolhatnám a külföldi szakirodalmakból, de szándékosan a hazai eredményekre alapozva szeretném bemutatni a témakört és jelentőségét. Szabó Gábor a Szegedi Egyetem Mérnöki Karán, már 2005-ben felhívja a figyelmet, hogy a nem-termikus mikrohullámú hatás is szerepet játszik élelmiszerkezelések során a fizikai-kémiai változásokban, ugyanakkor a mikrohullámú energiaközlés tanulmányozását szorgalmazza, mert nincs egyértelmű magyarázat a megfigyelt jelenségekre. Gödöllőn, a Szent István Egyetemen Kurják és társai (2012), valamint Beke és társai (2012) alma, burgonya, valamint hagyma minták mikrohullámú szárításának lehetőségét dolgozták ki. Korábban nem-termikus hatásként nevezik meg a Lebegyev által bizonyított sugárnyomást, amely befolyásolhatja a nedvességtárolítást az élelmiszerekből (Beke, 2011; Ludányi, 2004).

A Nyugat-magyarországi Egyetem, mosonmagyaróvári karán vizsgálták a mikrohullámú sugárzás hatását a fogyasztói tejben lévő lipáz és xantin-oxidáz enzimek működésére (Lakatos és mtsai,



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

2010), illetve megállapították, hogy a mikrohullámú sugárzás hatására nagyobb mértékben szaporodtak a *Saccharomyces cerevisiae* sejtek, ami a nem termikus hatásnak tulajdonítható (Szerencsi és mtsai, 2009). Lakatos (2006), valamint Neményi és mtsai (2006) különbséget mutattak ki a mikrohullámmal kezelt tej zsírgolyóinak méretében is szemben a hagyományos pasztörözési technológiákkal. A legújabb kutatásaik pedig a mikrohullámú kezelés must erjedésében kifejtett hatását kívánják bizonyítani (Kapcsándi és tsai, 2012).

A Kaposvári Egyetem kutatócsoportja évek óta vizsgálja a mikrohullámú pasztörözés lehetőségét. Kutatásaik során folyamatos üzemű mikrohullámú eljárást is kidolgoztak és megállapításaik között szerepel, hogy a mikrohullámú hőkezelés nagyobb fokú C-vitamin károsodást eredményezhet a konvekciós technikával szemben (Csapó et al., 2008; Albert et al., 2008).

A mikrohullámú pasztörözés lehetősége Gödöllőn is a kutatások középpontjába került. Sembery Péter vezetésével számos publikációban bizonyítjuk a mikrohullámú hőkezelés megvalósíthatóságát, energetikai és technológiai előnyeit (Kovácsné, 2003; Kovácsné és tsai, 2006; Géczi és tsai, 2004, 2006, 2011, 2013; Géczi, Sembery 2005, 2007, 2010; Sembery, Géczi, 2008, Garnacho et al., 2012; Géczi, Nagy, 2011; Géczi, Horváth, 2011). A kutatások kiterjedtek frissen fejt tej hőkezelésére, folyékony tojáslé eltarthatósági idejének növelésére, házi sör pasztörözésére. Kutatásaink során a nem-termikus hatások bizonyítására azt a módszert választottuk, hogy párhuzamosan mikrohullámú és konvekciós melegítési módszert alkalmaztunk folyékony élelmiszereken és kerestük a hőkezelt termékek fizikai tulajdonságaiban, kémiai paramétereiben, biológiai állapotában a különbségeket. Vizsgálatuk többek között a tej összcsíraszámát, fehérjetartalmát és zsírtartalmát; sörminták színét, alkoholtartalmát, pH-értékét és kémiai paramétereit a hőkezelési módszerek függvényében. A kísérlet sorozatokban a hőkezelések hatását természetesen több élelmiszer jellemzővel is tudtuk igazolni, de nem találtunk szignifikáns bizonyítékot a nem-termikus hatások létezésére. A mikrohullámú módszerrel és a vízfürdős termosztáttal fellemegetett élelmiszertermékekben egyelőre az általunk vizsgált paraméterekben különbség nem volt kimutatható.

3. KUTATÁSAINK SORÁN ALKALMAZOTT PÁRHUZAMOS HŐKEZELŐ PANEL

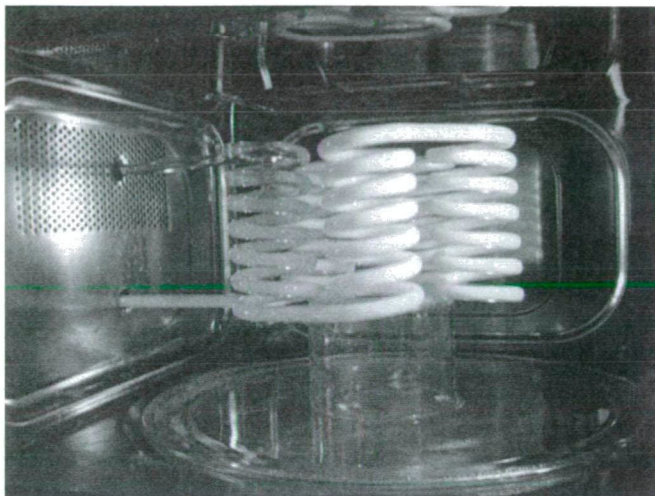
A vizsgálataink során arra törekedtünk, hogy a mikrohullámú hőkezelést ún. hagyományos hőkezeléssel össze tudjuk hasonlítani. Az egyik legfontosabb eredmény, hogy sikerült olyan mérőkört kialakítani, ahol a fellemegetés egységes és módszertől függetlenül a folyékony élelmiszerek kezelése azonos célhőmérsékleten, egyező kezelési idővel történhet.

A módszerhez egy háztartási mikrohullámú készülék (Whirlpool AT 314 MW) oldalán 2 db 7mm átmérőjű furatot készítettünk egymástól 8 cm távolságra a folyadék be és elvezetése céljából (1. ábra). A furatok méretét és távolságát úgy választottuk meg, hogy a készülék biztonságosan üzemeltethető legyen. A speciális üvegspirálokkal kiegészített mikrohullámú készülékhez csatlakoztattunk egy adagolószivattyút (STENNER 85M5). A folyékony élelmiszerek az üvegspirál hosszától és az adagoló szivattyú térfogatáramától függően, a kívánt hőmérsékletre melegíthetők. A hőmérséklet a mikrohullámú elektromágneses tér előtt és után a hőmérsékletmérő rendszerrel (ALMEMO 2590-9) könnyen ellenőrizhető és a folyamat jól szabályozható. A mikrohullámú térben elhelyezett spirálban áramló folyadék folyamatosan melegszik fel a kívánt hőmérsékletre és mindig azonos állapotban távozik a készülékből.



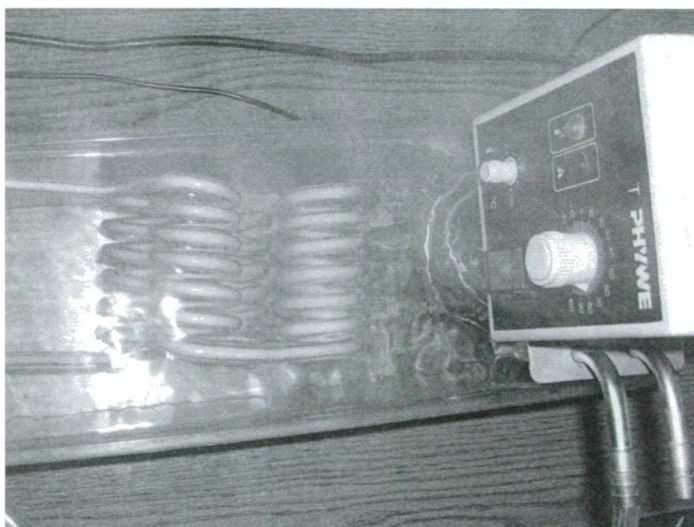
The project is co-financed by the
European Union





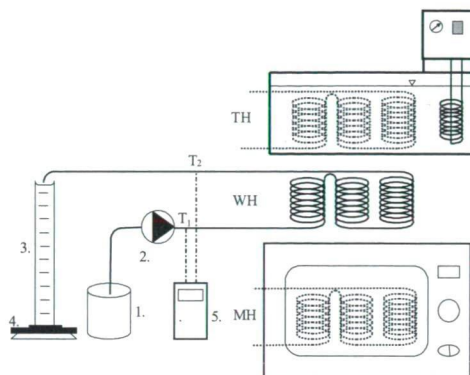
1. ábra: Mikrohullámú készülék spirál betéttel

A konvektív hőkezelés megvalósításához az előbbieken bemutatott üveg spirált, egy T-PHYWE típusú vízfürdős termosztátba helyeztük át (2. ábra). A vízfürdő hőmérsékletének beállításával sikerült a mikrohullámú módszerrel azonos kezelési hőmérséklet elérése, változatlan térfogatáram – ezáltal azonos kezelési idő – mellett. A vízfürdőbe bevezetett folyadék folyamatosan melegszik fel a célhőmérsékletre és hasonlóan mikrohullámú módszerhez mindig azonos hőmérsékleten távozik a vízfürdőből.



2. ábra: Vízfürdős termosztát benne a spirál betéttel





3. ábra: Kezelési módszerek vázlata

1-Tesztfolyadék tároló, 2-STENNER 85M5 adagolószivattyú, 3-Mintavevő edény,
 4- Denver XP-3000 mérleg, 5-ALMEMO 2590-9 hőmérsékletmérő

A párhuzamos eljárás alkalmassá tette az azonos körülmények között, de különböző melegítés módszerrel hőkezelt folyadékok összehasonlítását. Teszt folyadékként továbbra is olyan élelmiszereket választottunk, amelyek feldolgozása, előállítása során melegítés történik. A már korábban is alkalmazott sör és tejminták kiegészültek narancslé, természetes forrásvíz és általunk bekevert aszkorbinsav oldat vizsgálatával.

A tesztfolyadékokat az egyes paraméterek vizsgálatához minden esetben folyamatos üzemben vízfürdős termosztáttal (TH), valamint mikrohullámú kezeléssel (MH) melegítettük fel, azonos hőmérsékletre. Kontrollként az üvegspirálon keresztül áramoltatott, de nem melegített folyadékot (WH) vizsgáltunk. A módszer vázlatát a 3. ábra mutatja be.

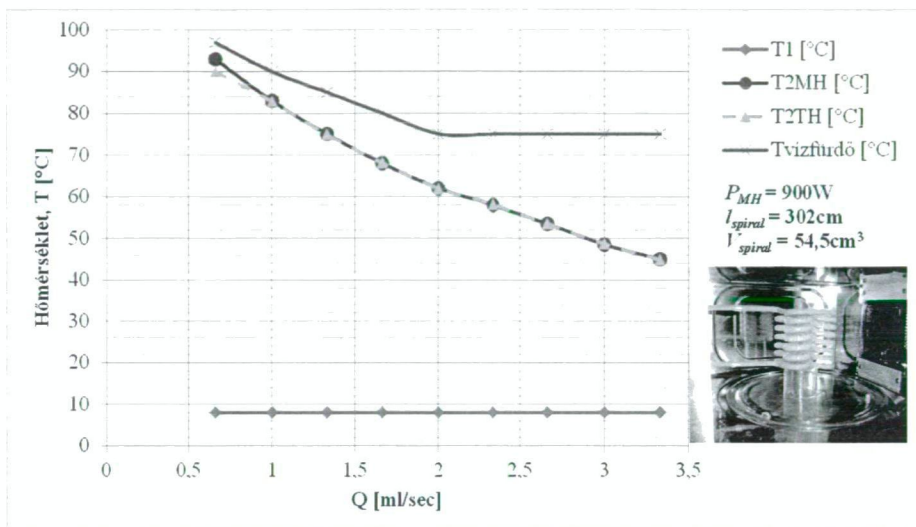
4. AZONOS KEZELÉSI IDŐ, EGYEZŐ CÉLHŐMÉRSÉKLET, MIKROHULLÁMÚ ÉS KONVEKTÍV HŐKEZELÉSI MÓDSZER

A hőkezelő panelhez illesztett perisztaltikus adagoló szivattyú $Q=0-3,33\text{mliter/sec}$ térfogatáram tartományban fokozatmentesen szabályozható. Alacsonyabb térfogatáramok esetén megnő az elektromágneses térben illetve a vízfürdőben töltött idő, ezáltal magasabb célhőmérsékletet tudunk elérni. A vízfürdő hőmérsékletének megválasztásával a konvektív módszerrel is ugyanazt a célhőmérsékletet tudjuk biztosítani, amit a mikrohullámú kezelésnél értünk el. A 4. ábrán a hőkezelés célhőmérsékletét ábrázoltuk $T_f=8^\circ\text{C}$ -os kezdeti hőmérsékletű frissen fejt tehéntej esetén a térfogatáram függvényében. Látható, hogy a célhőmérsékletek szinte lefedik egymást, amelyet a konvektív módszernél $Q>2\text{ml/sec}$ esetén $T_{\text{vízfürdő}}=75^\circ\text{C}$ -os vízfürdővel, $Q<2\text{ml/sec}$ esetén pedig fokozatosan magasabb hőmérsékletű vízfürdővel értünk el.



The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
 creating
 common future



4. ábra: A hőkezelés célhőmérséklete a térfogatáram függvényében,
 $T_1=8^\circ C$ -os kezdeti hőmérsékletű frissen fejt tehéntej esetén

A párhuzamos panellal nem csak élelmiszerek hőkezelését végezhetjük el, hanem más folyékony halmazállapotú anyagokat is vizsgálhatunk a mikrohullámú elektromágneses térben. A Szegedi Egyetem Mérnöki Karán a szennyvízkezelési technológiák hatékonyságának fejlesztése került előtérbe a mikrohullámú kezelés és arra a következtetésre jutottak, hogy a teljesítményszinttől függően a mikrohullámú kezelések termikus és nem-termikus- hatásainak következtében az extracelluláris szervesanyagok, valamint az intracelluláris összetevők egy része is hozzáférhetőbbé és vízoldhatóbbá válik, ami befolyásolja a biológiai bonthatóságot, az iszapok rothadó képességét, és ezáltal a metántermelését is fokozhatja (Beszédes és társai, 2011). Az előzőekben bemutatott, Gödöllőn kialakított párhuzamos hőkezelő panel lehetőséget adott a két kutatócsoport közös munkájára. A szennyvízkezelések során üvegspirál helyett flexibilis szilikon csövet alkalmaztunk. A közös kutatómunka már eredményekben is megmutatkozik (Beszédes és társai 2007, 2012; Géczi, Beszédes, Szabó 2011, 2012) és bízunk benne, hogy a jövőben is folytatódik.

REFERENCIÁK

1. Albert, Cs., Lányi, Sz., Csapóné Kiss, Zs., Salamon, Sz., Csapó, J. (2008): A mikrohullámú pasztörözés hatása a tej összetételére II. B1-, B2-, B6-, B12 és C-vitamin-hasznosítható lizin-, lizinoalanin-, hidroximetil-furfurol-tartalom. Acta Agraria Kaposváriensis Vol 12., No.3., 25-36 p.
2. Beke, J. (2011): A terményszárítási folyamat elemzése főleg energetikai szempontból. Tudományos tanácskozás kiadványa. Sopron, NYME, p: 30-40.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

3. Beke J., Kurják Z., Bessenyei K. (2012): Konvekciós szárítási modellek alkalmazási lehetőségei a mikrohullámú szárítási folyamatokban. MEZŐGAZDASÁGI TECHNIKA LIII:(7) pp. 30-32.
4. Beszédes S., Géczi G., László Zs., Hodúr C., Szabó G. (2007): Sewage sludge treatment by microwave energy REVIEW OF FACULTY OF ENGINEERING ANALECTA TECHNICA SZEGEDINENSIA (1) pp. 11-17.
5. Beszédes, S., László, Zs., Szabó, G., Hodúr, C. (2011): Comparison of the effects of microwave irradiation with different intensities on the biodegradability of sludge from the dairy- and meat-industry. Bioresource Technology, 102, pp: 814-821.
6. Beszédes S., Szabó G., Géczi G. (2012): APPLICATION OF THERMAL AND MICROWAVE PRE-TREATMENTS FOR DAIRY WASTEWATER SLUDGE ANNALS OF FACULTY OF ENGINEERING HUNEDOARA / INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING 10:(3) pp. 231-235.
7. Csapó, J., Albert, Cs., Lányi, Sz., Salamon, Sz., Csapóné Kiss, Zs. (2008): A mikrohullámú pasztörözés hatása a tej összetételére I. Aminosav összetétel, szabadaminosav-tartalom, biológiai érték. Acta Agraria Kaposváriensis, Vol 12., No.3., 11-24 p.
8. de La Hoz, A., Diaz-Ortiz, A., Moreno A. (2005): Microwaves in organic synthesis. Thermal and non-thermal microwave effects, Chemical Society Reviews, 34, 164-178.
9. Garnacho G., Kaszab T., Horváth M., Géczi G. (2012): COMPARATIVE STUDY OF HEAT-TREATED ORANGE JUICE JOURNAL OF MICROBIOLOGY BIOTECHNOLOGY AND FOOD SCIENCES 2:(3) pp. 446-457.
10. Géczi G., Sembery P., Kovácsné L. M., Kiss J. (2004) Folyékony élelmiszerek mikrohullámú kezelésének vizsgálata VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia Szegedi Tudományegyetem Élelmiszeripari Főiskolai Kar pp. 98-99.
11. Géczi G., Sembery P. (2005): Mikrohullám az élelmiszeriparban ÁRAM ÉS TECHNOLÓGIA III. évf:(1) pp. 19-21.
12. Géczi G., Sembery P., Kiss J., Kovácsné L. M. (2006): Folyékony élelmiszerek mikrohullámú pasztörözése 7. International Conference on Food Science proceedings, Szeged pp. 54-55.
13. Géczi G., Sembery P. (2007): Mikrohullám a pasztörözött tojás előállításában. MTA Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás Kiadványa. Nr.31.2. kötet. 133-136 p.
14. Géczi G., Sembery P. (2010): Homogeneous heating in the inhomogeneous electric field Bulletin of the Szent István University 2009 pp. 309-317.
15. Géczi G., Sembery P. (2010): 'Resume' of Microwave Pasteurization for Liquid Food XIV. International Eco-Conference, SAFE FOOD Proceedings Novi Sad, Szerbia, pp.:333-340 p.
16. Géczi G., Beszédes S., Szabó G. (2011): Examination of Biodegradability of Sewage Sludge from Dairy Processing as a function of Pretreatment Methods Synergy 2011 2nd International Conference in Agricultural Engineering Gödöllő Paper II. Food Engineering 6p.
17. Géczi G., Nagy P.I. (2011): Comparison of heat treatment methods applied to liquid foodstuffs HUNGARIAN AGRICULTURAL RESEARCH 20:(2) pp. 21-25.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



18. Géczi G., Nagy P. I., Sembery P. (2011): Mikrohullámú hőkezelés tejre gyakorolt hatásainak vizsgálata TEJGAZDASÁG: TUDOMÁNY ÉS GYAKORLAT LXXI. évf.:(2011/1-2. szám) pp. 21-27.
19. Géczi G., Horváth M. (2011): Mikrohullámú élelmiszerkezelés nem-termikus hatásainak vizsgálata ÉLELMISZER - TUDOMÁNY TECHNOLÓGIA LXV. évf.:(3) pp. 14-20.
20. Géczi G., Beszédes S., Szabó G. (2012): Élelmiszeripari szennyvizek biológiai lebonthatóságának növelése termikus előkezelésekkel MEZŐGAZDASÁGI TECHNIKA 53:(3) pp. 2-4.
21. Géczi G, Horváth M, Kaszab T, Garnacho A. G. (2013): No Major Differences Found between the Effects of Microwave-Based and Conventional Heat Treatment Methods on Two Different Liquid Foods PLOS ONE 8:(1) pp. 1-12.
22. Kapcsándi V., Lakatos E., Kovács A. J., Neményi M. (2012): Alacsony teljesítményű mikrohullámú sugárzás hatása olaszrizling must erjedésére XXXIV. Óvári Tudományos Nap, Mosonmagyaróvár, NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, pp. 62-67.
23. Kovácsné L.M., Sembery P., Géczi G. (2006): Microwave Pasteurization of Cow Milk HUNGARIAN AGRICULTURAL RESEARCH 15:(4) pp. 12-16.
24. Kovácsné L. M. (2003): A tej mikrohullámú kezelésének vizsgálata Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, FMTÜVIII. EME kiadvány, Kolozsvár, pp. 173-176.
25. Kurják Z., Barhács A., Beke J. (2012): Energetic Analysis of Drying Biological Materials with High Moisture Content by Using Microwave Energy. DRYING TECHNOLOGY 30:(3) pp. 312-319.
26. Lakatos, E. (2006): Folyékony élelmiszerek kezelése, különös tekintettel a mikrohullámú tejre gyakorolt hatására, Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mosonmagyaróvár, 169 p.
27. Lakatos, E.; Kovács, A. J.; Végváry, Gy.; Neményi, M. (2010): Mikrohullámú sugárzás hatása a fogyasztói tejben lévő lipáz és xantin-oxidáz enzimek működésére. Magyar Állatorvosok lapja. 132, 728-734.
28. Ludányi, L. (2004): Multimódusú mikrohullámú terek alkalmazása a szárításban. Doktori értekezés, SZIE. 153p.
29. Neményi, M., Lakatos, E., Kovács, A. J., (2010): Examination of milk fat globule changes in homogeneous microwave field. Journal of Food Physics. Vol. XVII-XVIII. 29-42. p.
30. Sembery P., Géczi G. (2008):Microwave treatment of food HUNGARIAN AGRICULTURAL RESEARCH 17:(2-3) pp. 12-16.
31. Szabó, G. (2005): Élelmiszerek minősége és a kombinált energiaközléses műveletek. Akadémiai doktori értekezés tézisei, 32p.
32. Szerencsi, Á.; Lakatos, E.; Kovács, A. J.; Neményi, M. (2009): Non-thermal effect of microwave treatment on enzyme suspensions Part I.: Water electrolysis. Review of Faculty of Engineering, Analecta Technica Szegedinensia. pp. 58-62.



The project is co-financed by the
European Union



ALACSONY TELJESÍTMÉNYŰ MIKROHULLÁM HATÁSA A MUST ERJEDÉSÉRE

Viktória Kapcsándi, Miklós Neményi, Erika Lakatos*

University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Institute of Biosystems Engineering,

*kapocs@mtk.nyme.hu, H-9200 Hungary, Mosonmagyaróvár, Vár 2.

ABSTRACT

In our study, we were interested to see whether the impact of different treatments must in fermentation. To this end, experiments were set, yeast, or in which the microwave. Combination treatments were subjected to the must for starting feedstock. We compared the effects of different treatments on fermentation alcohol content, sugar content and acid content. The treated samples of both sugar content and the alcohol content in show a difference. The sugar content decreased more rapidly, the alcohol yield is increased, and the fermentation time is significantly shortened.

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálataink során arra voltunk kíváncsiak, hogy a must különböző kezelései milyen hatással vannak annak erjedésére. Ennek érdekében olyan kísérleteket állítottunk be, amely során élesztős, mikrohullámú ill. kombinált kezeléseknak vetettük alá a kiindulási alapanyagként szolgáló mustot. Összehasonlítottuk az egyes kezelések erjedésre gyakorolt hatásait alkoholtartalom, cukortartalom és savtartalom tekintetében. A kezelt minták mind cukortartalom, mind az alkoholtartalom tekintetében különbséget mutatnak. A cukortartalom gyorsabban csökkent, az alkohol kihozatal nőtt, valamint az erjedési idő jelentősen rövidült.

BEVEZETÉS

A borászati technológia egyik fő feladata az erjedési folyamatok optimalizálása a célkitűzéseinknek megfelelő bor elkészítése érdekében (EPERJESI et al., 1998). A must kiforrása során összetett folyamatok játszódnak le egymással összhangban, miközben a szabályozatlan körülmények között számos olyan jelenség léphet fel, amely a folyamatokat pozitív vagy negatív irányban befolyásolja. Az irányított erjesztés azonban, adott paraméterek alkalmazása mellett meglehetősen jól kézben tartható a folyamat (CALADO et al., 2002; SABLAYROLLES, 2009). Az erjedés során leginkább az alkohol-, a cukor- és a savtartalom optimalizálására helyezik a hangsúlyt (PICKERING et al., 1998; BIACS et al., 2010).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletek során 2 mérésorozatot végeztünk. Első kísérletsorozatunkban négy párhuzamos minta erjedését hasonlítottuk össze. A kontroll mintát semmilyen kezelésnek nem vetettük alá. A második mintához fájlesztőt (*Saccharomyces cerevisiae*) adagoltunk. A harmadik minta mikrohullámú kezelést kapott (50 W, 45 perc, 32 °C). A negyedik minta élesztős kiegészítést és mikrohullámú kezelést is kapott, a fent leírt kezelési paraméterek alkalmazása mellett.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

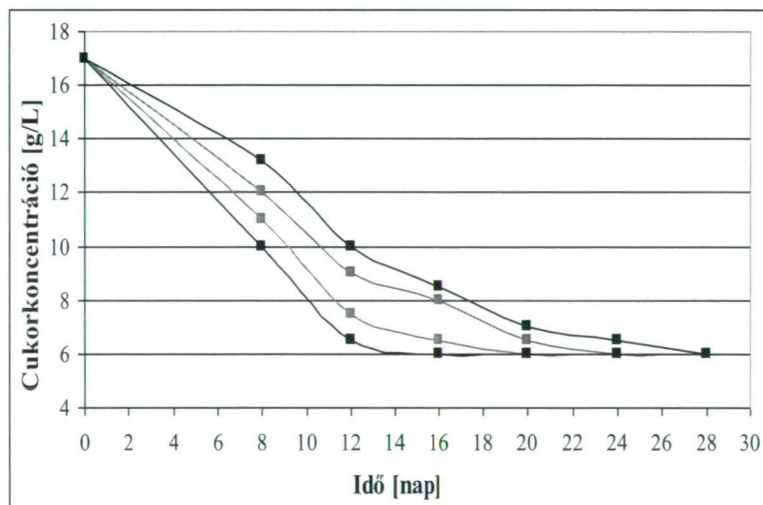
Második mérésünk során hat párhuzamos minta erjedését hasonlítottuk össze. A kontroll mintát semmilyen kezelésnek nem vetettünk alá, ezen kívül főzőlapon melegített (32 °C-ra), mikrohullámú kezelést kapott (50 W, 45 perc, 32 °C), élesztős kiegészítést (*Saccharomyces cerevisiae*) kapott, az élesztős beoltás mellett főzőlapon is melegített (32 °C-ra), valamint mikrohullámú kezelést és élesztős kiegészítést is kapott minták erjesztési paramétereit hasonlítottuk össze 15-16 °C-on.

A kísérletek során a minták alkoholtartalmát Malligand-készülékkel, cukortartalmát mustfokolóval és spektrofotométerrel, savtartalmát pedig NaOH-val való titrálással határoztuk meg. A méréseket 3 ismétléssel végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEŚÜK

Az első kísérletek értékelése során az erjesztés 8. napján a kezelés nélküli és a kezelt minták közötti különbség már látható. A kontroll minta cukorfoka sokkal lassabban változik, mint a kezelt mintáké, ami azt bizonyítja, hogy a kezelések egyértelműen befolyásolják a must erjedését.

Az 1. ábrán látszik, hogy a mikrohullámú kezelést és élesztős kiegészítést is kapott minta cukortartalma már az erjesztés 16. napján elérte a legkisebb értéket. A csak élesztős kiegészítést kapott minta, illetve a csak mikrohullámú kezelést kapott minták esetében a must cukortartalma gyorsabban csökken. Ezek a minták az erjedés 20. napján elérik a minimum értéket, míg a mikrohullámmal kezelt mintáknál ez a jelenség a 24. napon következik be.



1. ábra: A must cukortartalmának változása a fermentáció során a kontroll (■), a mikrohullámmal (■), az élesztővel (■), illetve a mikrohullámmal és élesztővel (■) is kezelt mintákban.

Az alkoholtartalom (2. ábra) tekintetében elmondható, hogy a kontroll minta alkoholtartalma a kezelt mintákhoz képest kisebb mértékben növekedett, valamint a fermentáció végén ennek a mintának az alkoholtartalma lett a legkisebb (11,6%). A mikrohullámmal és élesztővel, valamint a csak élesztővel

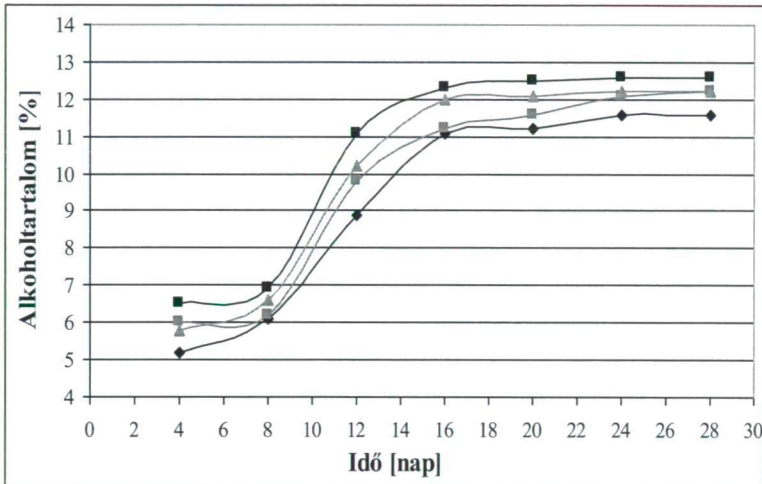


The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future

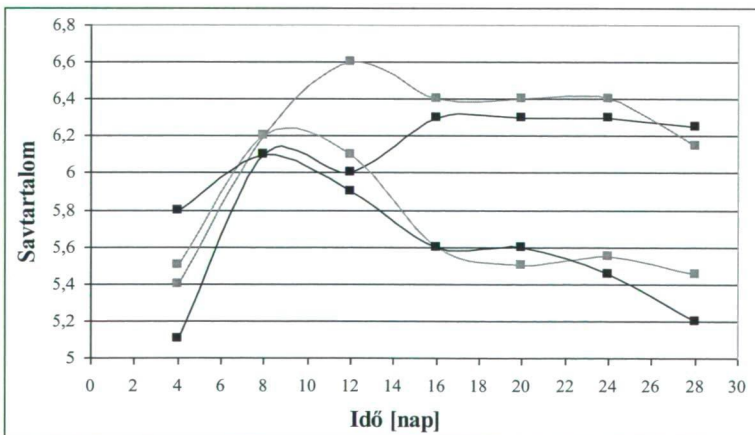


kezelt minták alkoholtartalma már az erjesztés 20. napján elérte a legmagasabb szintet (12,6%, 12,2%), amiből arra következtethetünk, hogy a kezelés jelentősen befolyásolja az erjedés sebességét. A csak mikrohullámmal kezelt minta a maximális alkoholkoncentrációt a 24. napon (12,1%), illetve a 28. napon (12,2%) érték el.



2. ábra: A must alkoholtartalmának változása a fermentáció során a kontroll (■), a mikrohullámmal (■), az élesztővel (▴), illetve a mikrohullámmal és élesztővel (◆) is kezelt mintákban.

Irodalmi hivatkozás szerint, ha az erjesztést az erjesztett cukormennyiség függvényében vizsgáljuk, az erjedés kezdetén az ecetsav növekedését, majd ecetsavcsökkenést figyelhetünk meg (Kállay, 2010). Ez méréseink során is egyértelműen látszik.

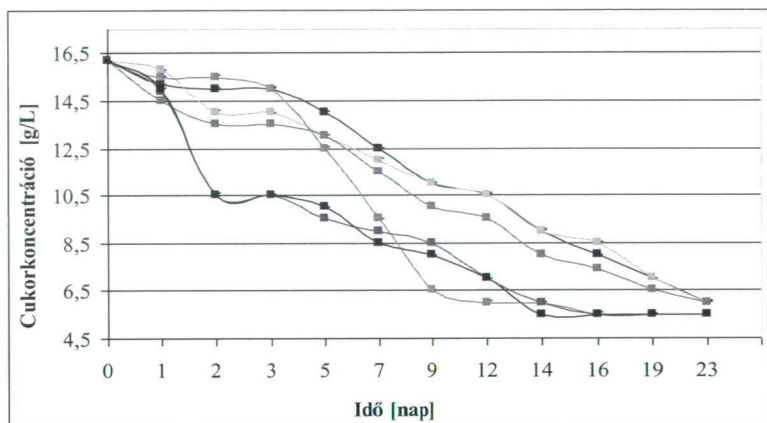


The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
creating
common future

3. ábra: A must savtartalmának változása a fermentáció során a kontroll (■), a mikrohullámmal (■), az élesztővel (■), illetve a mikrohullámmal és élesztővel (■) is kezelt mintákban.

A második méréssorozat során a cukortartalom (4. ábra) tekintetében hasonló eredmények születtek mint az első mérés alkalmával. Szembetűnő, hogy az „élesztős és főzőlapos” minta, valamint „mikrohullám és élesztős” minta cukortartalma már az erjesztés 14. napján elérte a legalacsonyabb szintet (23 nap a teljes erjesztés), míg a többi mintánál ez csak később következett be.



4. ábra: A must cukortartalmának változása a fermentáció folyamán a kontroll (■), a főzőlapon melegített (■), a mikrohullámmal kezelt (■), élesztővel (■), a főzőlap+élesztő (■), valamint a mikrohullámmal és élesztővel (■) is kezelt minta esetében

Az erjedés a mérés második napján indult meg szembetűnően. Az 5. ábra azt mutatja, hogy a kontroll minta (0,4%) és a kezelt minták (1-3,1%) között az alkoholtartalomban szembetűnő különbség észlelhető.

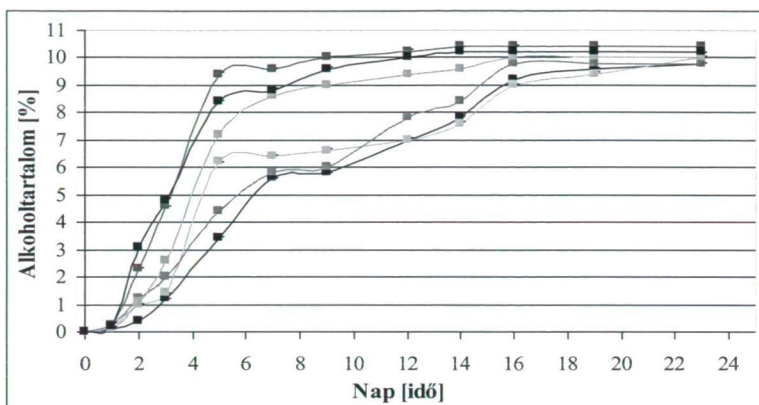
A kombinált kezelést kapott minták alkoholtartalma már az erjesztés 14. napján elérte a legmagasabb szintet (10,4% és 10,2%), amiből arra következtethetünk, hogy a kezelés jelentősen befolyásolja az erjedés sebességét. A csak „élesztős” és csak „mikrohullámos” kezelést kapott mustminta alkoholtartalma a 18. napon eléri a maximális értéket, ebben az esetben azonban a maximális alkoholtartalom 10% illetve 9,8%.



The project is co-financed by the
European Union

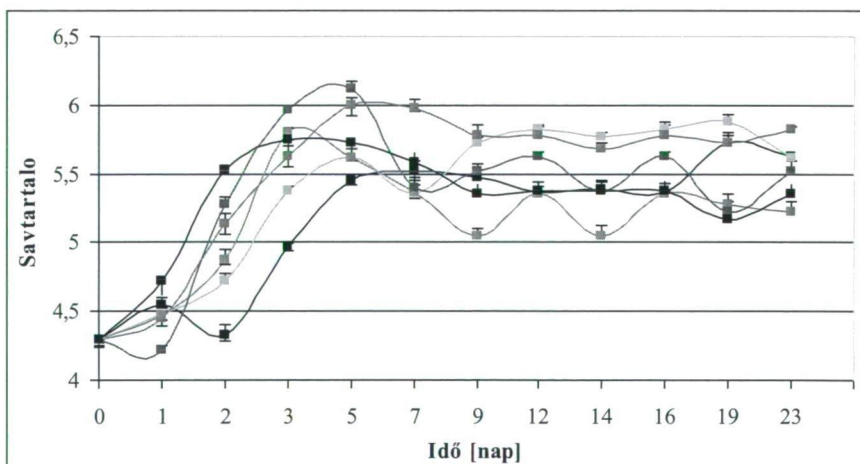
Good neighbours
creating
common future





5. ábra: A must alkoholtartalmának változása a fermentáció folyamán a kontroll (■), a főzőlapon melegített (▤), a mikrohullámmal kezelt (▥), élesztővel (▧), a főzőlapon+élesztő (▨), valamint a mikrohullámmal és élesztővel (■) is kezelt minta esetében

Savtartalom tekintetében (6. ábra) elmondható, hogy a legnagyobb savtartalommal a komplett kezelést kapott minták rendelkeznek. A savtartalom változás nem annyira egyöntetű, mint a cukor és alkoholtartalom változás. Az eredmények alapján kijelenthető hogy a 0. napon (must) és az utolsó napon (bor) mért savfokok között átlagosan 23,31%-os különbség mutatkozik, valamint a legnagyobb és legkisebb savfok közötti különbség 28,44%-os volt.

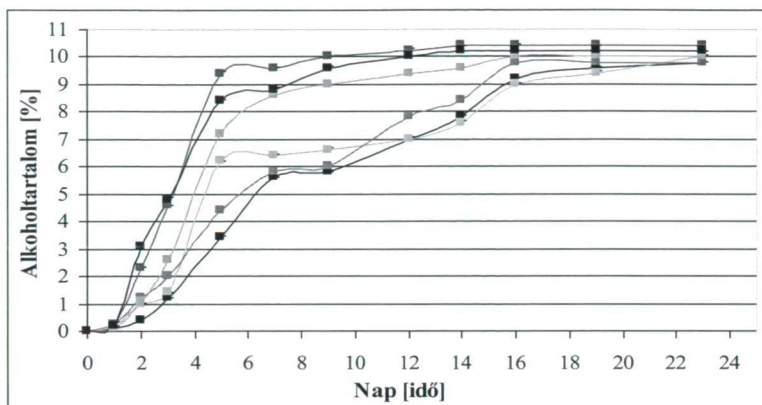


6. ábra: A must savtartalmának változása a fermentáció folyamán a kontroll (■), a főzőlapon melegített (▤), a mikrohullámmal kezelt (▥), élesztővel (▧), a főzőlapon+élesztő (▨), valamint a mikrohullámmal és élesztővel (■) is kezelt minta esetében



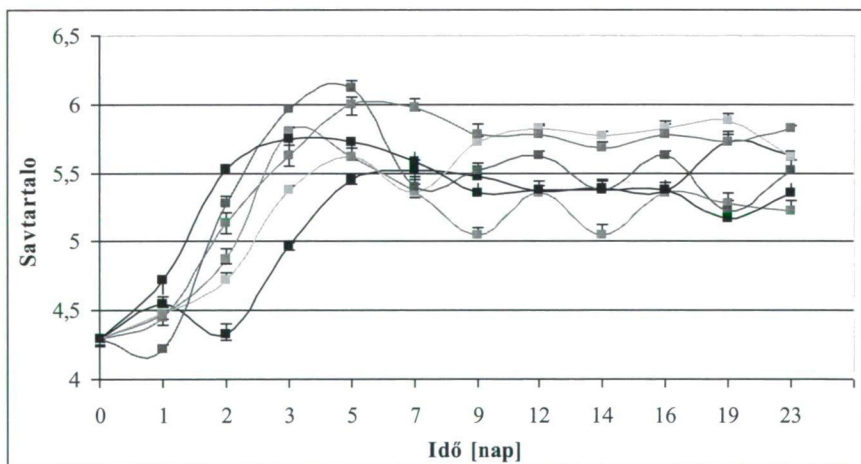
The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
creating
common future



5. ábra: A must alkoholtartalmának változása a fermentáció folyamán a kontroll (■), a főzőlapon melegített (▤), a mikrohullámmal kezelt (▥), élesztővel (▧), a főzőlapon+élesztő (▨), valamint a mikrohullámmal és élesztővel (▩) is kezelt minta esetében

Savtartalom tekintetében (6. ábra) elmondható, hogy a legnagyobb savtartalommal a komplett kezelést kapott minták rendelkeznek. A savtartalom változás nem annyira egyöntetű, mint a cukor és alkoholtartalom változás. Az eredmények alapján kijelenthető hogy a 0. napon (must) és az utolsó napon (bor) mért savfokok között átlagosan 23,31%-os különbség mutatkozik, valamint a legnagyobb és legkisebb savfok közötti különbség 28,44%-os volt.



6. ábra: A must savtartalmának változása a fermentáció folyamán a kontroll (■), a főzőlapon melegített (▤), a mikrohullámmal kezelt (▥), élesztővel (▧), a főzőlapon+élesztő (▨), valamint a mikrohullámmal és élesztővel (▩) is kezelt minta esetében



The project is co-financed by the European Union

Good neighbours
creating
common future

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredmények alapján kijelenthetők, hogy mindkét mérősorozat hasonló eredményeket hozott. A kezelések hatására a minták cukortartalma gyorsabban csökkent, az erjedési idő pedig a legjobb esetben 40%-kal megrövidült. Ezek valószínűleg az élesztős beoltásnak és a mikrohullámú kezelésnek köszönhetők.

A statisztikai elemzés alapján elmondható, hogy az első mérősorozatban nincs szignifikáns különbség az egyes minták között. Ebben az esetben a mikrohullám nem termikus hatása vagy nem érvényesül, vagy olyan kismértékű, hogy az általunk vizsgált paraméterekkel nem kimutatható.

A második mérősorozatban az erjedés egészére nézve nincs szignifikáns különbség az egyes minták között az alkoholtartalom tekintetében. Az erjedés első harmadában azonban igazolható a különbség.

Elmondható, hogy az erjesztés előtt rövid és maximum 32 °C-ig tartó hőkezelés fajélesztő alkalmazása mellett pozitívan befolyásolja az erjedés paramétereit, az erjedési idő rövidül, míg az alkohol kihozatal növekszik.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

1. Biacs P., S., Szendrő P., Véha A.(2010): Élelmiszer-technológia mérnököknek, [Food-technology for engineers] Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Szeged
2. Calado C.R.C., Taipa M.A., Cabral J. M.S., Fonseca L.P. (2002): Optimisation of cultur conditions and characterization of cutinose produced by recombinant *Saccharomyces cerevisiae*. *Enzyme and Microbial Technology*. Vol. 31. pp. 161-170.
3. Eperjesi I., Kállay M., Magyar I. (1998): Borászat, [Winery] Mezőgazda Kiadó, Budapest
4. Kállay M. (2010): Borászati kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 94.
5. Pickering G.J., Heatherbell D.A., Barnes M.F. (1998): Optimising glucose conversion in the production of reduced alcohol wine using glucose oxidase. *Food Research International*, Vol. 31, Issue 10, pp. 685-692
6. Sablayrolles J.M. (2009): Control of alcoholic fermentation is winemaking: Current situation and prospect. *Food Research International* 42 pp. 418-424.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

A BAROMFIÁGAZAT HELYZETELEMZÉSE - A PROBLÉMÁK MARKETING-SZEMPONTÚ LEHETSÉGES MEGOLDÁSA

Panyor Ágota

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar
Ökonómiai és Vidékfejlesztési Intézet
panyor@mk.u-szeged.hu

ABSTRACT

The poultry sector is in hard situation – because of the economic crisis. People have not got enough money for qualitative food- they have to buy the cheap meal. The consumption of the poultry meat is stagnating – in Hungary, but the forecast hopes the growth in EU.

The external effects are different; the European Committee wants to make better the animal welfare, but the animal protector launches an attack against the goose sector.

1. BEVEZETÉS

A gazdasági válság, az ezzel járó elbocsátások, az emberek bizonytalansága a jövőben, a hitelek törlesztő részleteinek megugrása mind-mind azt eredményezték, eredményezik, hogy egyre kevesebb pénzzel gazdálkodhatnak a magyarok – illetve jelentős részük. A társadalom megosztottsága, a középréteg eltűnése sem kedvez az élelmiszer-fogyasztásnak. A lakosság az olcsó, sok esetben nem minőségi, és gyakran nem magyar eredetű termékeket keresi, melyek nem feltétlenül egészségesek.

Tanulmányomban a baromfihúst járom körül többféle szempontból, megvizsgálva, pl. az egészséges táplálkozásban betöltött szerepét, a termelés alakulását, valamint a kilátásait.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A baromfihús mint élelmiszerforrás

Napjainkban igen fontos kérdéssé vált az egészséges táplálkozás. A rohanó életmód, a fast food élelmiszer nem kedveznek a megfelelő táplálkozási szokások kialakításának. Szükség van egy mérvadó rendszerre., útmutatóra. Ezt a célt szolgálja például az 1987-ben kidolgozott, az MTA Élelmiszertudományi Komplex Bizottságának javaslatait. A kiadvány hangsúlyozza a változatos nyersanyagból, sokféle módon elkészített ételekből álló étrend kialakításának szükségességét. Az ajánlás emellett kitér a sovány húsfélék mértékletes fogyasztására, és a zsíros húsok elkerülésére (Bíró, 2000). A baromfihús méltán kaphat helyet itt, hiszen az alábbi főbb ismérvekkel rendelkezik:

- A szárnyasok fehérjetartalma 20,9-24,7 % között mozog,
- A fehér hús a szervezet számára nélkülözhetetlen anyagok (aminosavak) forrása,
- A baromfifélék sokkal emészthetőbbek, mint a vörshúsok, abban az esetben, ha bőr nélkül fogyasztjuk,
- Zsírtartalmuk elegendő ahhoz, hogy más zsírok és olajok hozzáadása nélkül, önmagukban süthetők legyenek (Lendvai, 2004)



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

A sok előny kihangsúlyozása mellett azonban nem szabad elfeledkeznünk arról sem, hogy a baromfihús kalcium-foszfor aránya nem megfelelő. Változó arányban lehet jelen, az egyes baromfifajtáktól és testtájaktól függően, a kalciumtartalom: 5,0-12,0 mg/100g, a foszfortartalom: 150-250 mg/100g között mozog (Beke, 2002). Pl. 100g csirkemell 5 mg Ca-ot, és 160 mg P-t tartalmaz (Bíró- Lindner, 2003). Ideális esetben a két elem aránya legfeljebb 1: 1,5-hez (Bíró - Antal, 2009), a baromfi esetében azonban ezt az arányt meghaladja, a fenti adatokkal számolva 1:32-höz.

2.2. Baromfihús termelése, fogyasztása Európában

Az EU lakosainak baromfihús-fogyasztása világ 11%-át teszi ki, ezzel a 4. helyen szerepelnek az USA, Kína és Brazília után. Hasonló helyzet mondható el a termelés alapján is: szintén a 4. helyen található az integráció, 11,5%-os részesedéssel. A 12 millió tonnára tehető termelés 83%-át a csirkehús, 16%-át a pulykahús teszi ki.

Uniós szinten az Európai Bizottság adatai alapján előreláthatólag növekedni fog a baromfihús részaránya a hús fogyasztásán belül és a vásárlók körében továbbra is megmaradnak a termékhez tartozó kedvező attitűdök, asszociációk, mint pl. egészséges, viszonylag olcsó, s így az előrejelzések alapján 2020-ig a fogyasztás további növekedését okozzák, a 2011-es 21,92 kg/ fő helyett 23,5 kg/ fő átlaggal számolva (AKI, 2012).

2.3. Baromfihús termelése, fogyasztása Magyarországon

A magyarországi baromfiállomány a rendszerváltás után – a mg-i válság miatt – majdnem a felére csökkent. Ezt követően kismértékű ingadozást mutatott, majd az 1999-ben bekövetkezett mélypontja után – többé-kevésbé - növekedni kezdett. A 2001-es évtől időnkénti hullámzásokkal ugyan, de a 40 millió körüli értékre állt be. A 2. táblázatban szereplő adatok a fogyasztás alakulását mutatják be, melyekből leolvasható, a 2000-ben rekordot elérő hazai baromfihús-fogyasztás, melyet 2010-ig csökkenés követett (Vincze-Lendvai, 2012). Hazánk az össz-uniós termelés 5,39%-át adta 2011-ben (AKI, 2012)

**1. táblázat A baromfiállomány alakulása Magyarországon
1980-2010 között (1000 db)**

Év	Állomány
1999	31244
2000	37016
2001	43279
2002	40909
2003	47263
2004	41330

2005	41076
2006	39677
2007	38281
2008	39716
2009	40264
2010	42213
2011	41488

Forrás: www.ksh.hu (a)



The project is co-financed by the
European Union



2. táblázat Az egy főre jutó évi baromfihús-fogyasztás Magyarországon (2002-2010)

Forrás: www.ksh.hu (b)

Év	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Fogyasztás kg/fő/év	21,4	20,1	18,4	19,0	18,4	17,7	17,0	16,7	17,1	17,2

Érdekességgépp megemlíthető, hogy az EU-27 tagországai között hazánk a középmezőnyben foglal helyet, Portugália vezet a mezőnyt 34 kg-mal, míg Svédországban ennek épp 1/3-át fogyasztják. (AKI, 2012).

2.4. A baromfihússal kapcsolatos fogyasztói preferenciák, attitűdök változása

A fogyasztói szokásokban bekövetkezett változások az alábbi főbb eseményeknek köszönhetők:

1. A 2002-ben lezajlott, úgynevezett „kínai csirke botrány” volt az, melynek hatására nálunk is a hűtőpultokba került a vegyszert tartalmazó csirkemell – ez ugyan az EGT-ből érkezett, de a származási helye Kína volt. Ennek köszönhetően a baromfiipari vállalatok a 2001-es év rekord bevétele után hatalmas veszteséget könyvelhettek el (Kruzslíc, 2002).
2. 2006-ban madárinfluenza járvány ütötte fel a fejét a nagyvilágban, ami hazánkban is megmutatta hatását: drámaian visszaesett a baromfihús-fogyasztás. LEHOTA-FÜREDINÉ (2007) kutatása alapján egyértelműen kiderült, hogy a boltvezetők elsősorban a médiát okolják azért, hogy a vásárlókban negatív attitűd alakult ki a baromfihússal szemben.
3. Meg kell említeni a Négy mancs tevékenységét is, aminek következtében bojkottot hirdettek az egyik németországi áruházláncban a magyar libamáj ellen. Ennek hatására a szentesi Hungerit Zrt-nél jelentős visszaesés következett be a termelésben (www.premierpress.hu).

2.5. Marketingtevékenység – a negatív preferenciák megváltoztatása érdekében

Mindezek ellensúlyozására a legjobb módszer az összefogás és a közös marketingtevékenység. Ezt a célt szolgálja a közösségi marketing, mely nem más, mint egy olyan tevékenység, mely túllép a vállalati kereteken, és az egész ágazat érdekeit elősegítve fejti ki hatását. Főbb elemei: a védjegyek, a kiállítások, vásárok, valamint az országos szintű felhívások (Szakály- Szente, 2012)

A védjegy tehát igen fontos eleme a közösségi marketingnek. Ennek erejét használta ki a baromfi Termék Tanács, amikor létrehozta a Jó Magyar Baromfi elnevezésű megkülönböztető jelzést (1. ábra).

A védjegyet 2002-ben vezették be, majd 2006-ban szigorították a használatát. A tanúsítvány garantálja, hogy a védjegyet alkalmazó vállalatok hazánkban keltetett, magyar takarmánnyal takarmányozott baromfiból, magyar munkaerő által készítik el az adott terméket, s emellett – természetesen – a minőségbiztosítási előírásoknak is eleget tesznek (Vincze-Lendvai, 2012).



The project is co-financed by the
European Union





1. ábra Magyar Baromfi védjegy
 forrás: www.reklamipar.hu

A védjegyek egyébként – általánosságban véve pozitív hatással vannak a fogyasztókra, illetve a vásárlókra, bizalmat keltenek a termékek iránt, szívesebben vásárolják meg azokat. Különösen fontos a fiatalok magatartásának helyes módra terelése, hiszen ők lesznek a jövő vásárló nemzedéke (Vincze-Lendvai – Erdei, 2013). Hazánkban a hízott libamáját 2012-ben Hungarikummá nyilvánították, ezáltal sikerül a további támadásokat kivédeni (www.elemiszerlanc.hu).

Az Európai Bizottság a baromfitartás körülményeinek javításával próbálja a bizalmat erősíteni a fogyasztókban, hiszen a „boldogabban” élő állat húsa is csak finomabb lehet, mint a stresszes állapotban tartotté (www.felsofokon.hu)

2010-ben a „Magyar baromfi, szeretjük!” című kampánnyal próbált a köztudatra hatni a BTT, felméréssel kimutatták, hogy a lakosság körében az ismertség szempontjából az első hat között szerepel a baromfis védjegy (Földi, 2012).

A közösségi marketingre fordított kiadások – 3. táblázat – jól mutatják, milyen nagy hangsúlyt fektettek az ügyre az érintettek. Külön ki kell emelni a 2005-ös, 2006-os éveket – a korábban leírt madárinfluenza negatív hatásainak ellensúlyozásaként.

3. táblázat A baromfiágazattal kapcsolatos marketingköltségek alakulása
2002-2010 között.

Forrás: Földi, 2012 és saját számítás

Év	Összeg Millió Ft	Változás 2002- höz képest, Millió Ft
2002	58	-
2003	127	69
2004	71	13
2005	318	260
2006	273	215
2007	153	95
2008	150	92
2009	88	30
2010	84	26



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
 creating
 common future 

3. ÖSSZEFOGLALÁS

Összességében megállapítható, hogy az ágazat helyzete ugyan nem mondható egyértelműen rossznak, de sajnos érik negatív hatások. A leírtak alapján a hazai baromfihúshoz a vásárlók, a fogyasztók pozitív képzeteket társítanak. A baromfi fogyasztása EU-s szinten növekvő tendenciát mutat, hazánkban – akik az integrációban a középmezőnyben helyezkedik el – stagnálás van jelen. A támadások visszaszorítása, a bírósági határozat, a Hungarikummá nyilvánítás jelentősen segíti az ágazat helyzetét.

A gazdasági környezet sajnos nem tesz jót az ágazatnak, hiszen a változó kereslet miatt nehezen tud alkalmazkodni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Agrárgazdasági Kutatóintézet (2012): Baromfi ágazat helyzete piaci kilátásai rövid és középtávon
<https://www.aki.gov.hu/publikaciok/publikacio/a:531/Baromfi+%C3%A1gazat+helyzete+piaci+kil%C3%A1t%C3%A1sai+r%C3%B6vid+%C3%A9s+k%C3%B6z%C3%A9pt%C3%A1v>
2. Anonim: HUNGERIT - A Négy Mancsot német nagyvállalat tarthatja a markában
http://www.premierpress.hu/?H%CDREK-_PREMIERPRESS:HUNGERIT_-_A_N%E9gy_Mancsot_n%E9met_nagyv%E1llalat_tarthatja_a_mark%E1ban
3. Bárány L. (2011): Aktualitások, tennivalók a magyar baromfiszektorban. Baromfi Kiválósági Központ nyitó rendezvényén elhangzott előadás. Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely. 2011. május 24.
4. Beke Gy. szerk. (2002): Hűtőipari kézikönyv 2. Technológiák. Mezőgazda Kiadó, Budapest
5. Bíró Gy. (2000): A hús jelentősége az ember táplálkozásában, a múlt tényei, a jelenlegi ajánlások és perspektívák. A Hús 10 (1) 10-12
6. Bíró Gy. – Lindner K.(2003): Tápanyagtáblázat. Medicina Kiadó, Budapest
7. Bíró L. – Antal M. (2009): A tejtermékek szerepe az emberi szervezet kalcium-egyensúlyában. In: Kukovics S. szerk. (2009): A tej szerepe a humán táplálkozásban. Melánia Kiadó, Budapest
8. Földi P. (2012): Sikeres közösségi marketing a baromfisoknál. Az Élelmiszerklub Műhely - V. Közösségi marketing leltár. Mi működik és mi nem? Igények és megoldások 2012. március 21. <http://www.elelmiszerklub.hu/2012/03/btt-foldi-peter-siker-es-kozossegi.html>
9. Kruzslíc P. (2002): Mélyhűtött baromfiágazat. A Hungeritet sem kerülte el. http://www.szentesinfo.hu/szentesielet/2002/31_0809/08.htm
10. Lehota, J. – Fürediné Kovács, A. (2007) : A madárinfluenza piaci hatásainak vizsgálata húsboltok vezetőivel készített interjúk alapján, AVA 3 Konferencia, Debrecen, 2007. március 20-21.,
11. Lendvai E. (2004): Marketingstratégia és fogyasztói magatartás elemzése a továbbfeldolgozott baromfiipari termékek piacán. PhD értekezés. Kaposvári Egyetem



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

12. Szakály Zoltán - Szenté Viktória (2012): Közösségi marketing az élelmiszergazdaságban. In: Agrártermékek közvetlen értékesítése, marketingje
13. Vincze-Lendvai Edina (2012): Baromfihús. In: Agrártermékek közvetlen értékesítése, marketingje
14. Vincze-Lendvai Edina – Erdei Judit (2013): Védjegyek – megoldás vagy lehetőség? – felmérés az SZTE hallgatóinak körében. Hensch Árpád nyomdokain Konferencia, Mosonmagyaróvár, CD
15. <http://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/1/cb/30000/Gyaraky%20Zolt%C3%A1n%20V.M.pdf>
16. [http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/h_omf001a.html\(a\)](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/h_omf001a.html(a))
17. [http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_zhc005.html\(b\)](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_zhc005.html(b))
18. <http://reklamipar.hu/marketing/marka/2012/07/26/magyar-baromfivedjegy-a-spar-halozataban>
19. <http://www.felsofokon.hu/farmdoktor/2012/03/16/eu-allatvedelem-baromfi>
20. <http://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/1/cb/30000/Gyaraky%20Zolt%C3%A1n%20V.M.pdf>



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

KESZTHELYI- SZABÓ GÁBOR
60 éves



A 60. születésnapot nem nagyon szoktuk megünnepelni, mert a mérnöki, egyetemi oktatói karrier tekintetében ez a kor még a felmenő ágnak számít. Vagyis a hatvanévesek még juniorok.

Nem így Gábor - néhány hónapja Keszthelyi- Szabó Gábor - barátom, aki nemcsak méreténél és tömegénél fogva súlyos egyéniség, hanem végig tekintve szakmai életpályáján a sok-



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

sok eredményes tevékenység, amit eddig abszolvál, tulajdonképpen 80 évre is elegendő lenne. Pedig még Ő is a felmenő ágban van.

Hiszen az 1976-ban, majd 82-ben szerzett mérnöki okleveleket, 1983-ban már doktori fokozat, 1988-ban pedig a műszaki tudomány kandidátusa kitüntető elismerés követte. Tíz évre rá habilitált, húsz évre pedig 2008-ban már az Akadémia doktora és nem sok idő kellett ahhoz, hogy az illetékes osztálybizottság tagja, majd alelnöke, közgyűlési doktorképviselője lehessen. Tempózott az egyetemi vezetői feladatok tekintetében is, 1989-ben már tanszékvezető, főigazgató helyettes, 1996-tól pedig kari főigazgató. Majd 2000-től a Szegedi Tudományegyetem Agrártudomány centrumának elnöke, rektorhelyettes.

Végül, de nem utolsó sorban 2003-tól 2010-ig, egy főiskolai karról érkezvén a Szegedi Tudományegyetemre, az ország egyik legnagyobb, legtekintélyesebb egyetemének két cikluson át megbecsült rektora volt. Ezen kívül „jól” mozog a városban, az országban, a szakmában, nemzetközi téren és ezt a tevékenységét mindenütt jókedvvel, mackós szeretetre méltósággal, lendületes vehemenciával, eredményesen végzi. Elismertségét visszaigazolja az is, hogy egy nehéz időszakban a Magyar Rectori Konferencia elnökségére is bizalmat kapott.

Teljes életet él, szeret jókat enni, okosakat mondani. Lovagol, no meg időnként félévekre kibicsaklik a lába is, amit nagy önmérséklettel és önmegtartóztatással a nyüzsgésben visel el a teljes gyógyulásig.

Mindenre van ideje, családját, unokáit és közelmúltban eltávozott édesanyját rajongásig szereti, szerette. Mindig mindenütt ahol jelen van anélkül, hogy akarná, ráirányul a figyelem. Energikus, érvelései megállnak. Úgy vitatkozik, hogy azzal senkit nem bánt, sőt még az ellenfeleit is képes sokszor barátokká tenni.

Sajátos egyéniség. Figyelemre méltó és kikerülhetetlen személyisége a magyar felsőoktatásnak. A tudományában is megbecsült, és bár én nem vagyok igazán híve a mikrohullámnak, főként az elektroszmogja miatt, de ezzel együtt is elismerem, hogy maradandót alkotott, alkot továbbra is az általa megálmodott és létrejött intézet nagyszerű körülményei és OTKÁ-val övezett lehetőségei közepette.

Nagyon szereti a tanári pályát, nem kevésbé szakmáját és alma máterét. Dicséretesen, nem kevés megpróbáltatást felvállalva még arra is vállalkozott, hogy volt rektorként, - ma már rektor



The project is co-financed by the
European Union



emeritus - megpályázza a mérnöki kar dékánását. Váltva az ő „intézmény vezetői iskolájából” egyetemi tanárrá, dékánna felnőtt és a két ciklus lejártával a pozíciótól megváló pályatársát. Mindezt azért, hogy a valamikori főiskolai kar, egyetemi karrá érlelődését és kiteljesülését szolgálja, nem csak mint az egyik meghatározó intézet igazgatója, hanem most már minden fórumon megszavazott dékánként is.

Mindent összevetve Keszthelyi-Szabó Gábor emberi és szakmai kvalitásai, szeretetre méltó egyénisége több évtizede gazdagítja mindazokat, akik a vonzáskörében élnek. Ellenségei nincsenek, ellenfeleit pedig előbb-utóbb Őt elfogadóvá képes formálni. Mégpedig úgy, hogy sohasem akarja megfordítani a véleményüket, még akkor sem, amikor az nem egyezik az övével.

Ilyen kolléga kevés van, bár többen lennének. Persze hibái is vannak, de miért ne lennének. A furcsa az, hogy többé - kevésbé azok is szerethetőek. Így állunk tehát a 60. esztendejét betöltő Keszthelyi- Szabó Gáborral, akinek most a magam és a barátai nevében ezúton kívánok boldog születésnapot, szép, eredményes és élményekben gazdag szakmai és magánéletet, az Ő és valamennyiünk örömére, békességére.

Szendrő Péter



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

A SZEGEDI MÉRNÖKKÉPZÉS MÚLTJA, JELENE ÉS JÖVŐJE A TUDOMÁNYEGYETEMHEZ KÖTŐDIK

Tudományos konferenciának és születésnap köszöntőnek adott otthont 2013. április 16-án a Szegedi Tudományegyetem rektori hivatali épülete. A 35 év az agrárműszaki kutatásban című tanácskozás egyrészt az SZTE Mérnöki Kar Folyamatmérnöki Intézete kutatómunkájának keresztmetszetét adta, másrészt köszöntötte az idén 60 éves *Keszthelyi-Szabó Gábort*. A professzort, az SZTE volt rektorát, az SZTE Mérnöki Kar intézetvezetőjét és dékánját, a jogelődnek számító SZÉF egykori főigazgatóját kérdeztük – többek között – életének főbb fordulópontjairól.

– *Tanár úr! Professzor úr! Rektor úr! Dékán úr! Melyik megszólítást kedveli?*

– Maradjunk a „Professzor úrnál”. Igaz, a dékáni kinevezésről szóló határozatot is megkaptam már: pont tíz évre a rektorra választásom napjához. Szinte mindenki zavarban van a megszólításomkor. Erre a mérnöki karunkon viccesen azt mondtam: „Hívjatok egyszerűen redékánnak!”, a rektor és a dékán összevonásából. De félre a tréfát, megszólításként a „Tanár úr” is tökéletesen megfelel, a diákok így szólítanak. Ugyanakkor az írásbeli kommunikációban 2013. július 1-jétől a „a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar Dékánjának” hívnak.

– *Történelmet ír azzal, hogy harmadszorra vezeti az intézményt, először, két cikluson át, mint a Szegedi Élelmiszeripari Főiskola, „a SZÉF” főigazgatója, majd – a szegedi egyetemi integráció eredményeként – mint a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar dékánja? Közben kétszer újraválasztották a szegedi universitas rektorának...*

– Valóban, hasonló sorozatról, teljesítményről én sem tudok a hazai felsőoktatás vezetőinek köréből. Jól esett, hogy minden fórumon megválasztottak, és az SZTE szenátusa is nagy többséggel támogatta a dékáni pályázatomat.

– *A szegedi „Tudássétány”, a rektorsága idején készül egyik uniós pályázat eredményeként épült föl az SZTE Mérnöki Karának az az új épülete, amelynek professzori és intézetvezetői szobájában dolgozik – a falakon az előző évek sikereire emlékeztető fotók, oklevelek, tárgyak. Hazája lett ez a ház?*

– Igen, szeretem ezt az épületet, mert egy csapat munkájának a látható eredménye. A Tudássétánnak nevezett pályázati csomag névadója egyébként nem én, hanem *Majó Zoltán* akkori fejlesztési igazgató volt, az elképzelés kidolgozásában pedig óriási szerepet vállalt az akkori innovációs igazgató, *Vilmányi Márton*. Ugyanakkor azt az alapkoncepciót, hogy a természettudományi és műszaki képzés szegedi bázisát fejleszteni kell, „magamra vállalom”. Hiszen 2000-ben, amikor az SZTE akkori Agrárcentruma elnökeként rektorhelyettes lettem, *Mészáros Rezső* rektor úrral többször beszéltünk arról, aminek eredményeként megszületett a határozat, mely szerint a gyakorlatorientált képzést fejlesztjük, pedig akkor még nem voltak politikai döntések és társadalmi igény sem mutatkozott a természettudományi és mérnöki végzettség népszerűsítésére, az ilyen diplomások számának növelésére. Emlékszem: 2000 őszén jelentek meg nagy létszámban a vállalati és a szolgáltatói szféra képviselői a Dugonics téri tanácssteremben, és én – mint az akkori gazdasági és közkapcsolati rektorhelyettes – menedzseltem az ipar, a szolgáltatók és a tudományegyetem közötti kapcsolatokat.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

– *Élelmiszeripari gépészmérnökként nem csoda, hogy vonzódott a gazdaság irányába. És a SZÉF is arról volt nevezetes – többek között –, hogy kisebb-nagyobb vállalatok sokasága alkotta holdudvarát.*

– Olyan egyetemre jártam Moszkvában, ahol a képzés gyakorlatorientált volt. Hallgatóként – a nyári termelési gyakorlatokon kívül – év közben is kapcsolatban álltunk az iparral: ahogy haladtunk előre a tudományunkban, úgy bővültek a kapcsolataink és az ismereteink. Így aztán diákként jártam én kicsi forgácsoló üzemben, gépeket összeszerelő vállalatnál, de a Vörös Október nevezetű hatalmas csokoládégyárban is. Tehát egyetemista tapasztalatom a gyakorlat-központúság, amit a SZÉF-re kerülve kamatoztathattam.

– *Mi jellemezte azt a szegedi élelmiszeripari iskolát, ahova friss diplomásként megérkezett?*

– Az akkori szegedi Marx tér 7. alatt egyetlen épületünk volt, amit ráadásul a szakközépiskolával közösen használtunk. Azt a feladatot kaptam, hogy a gépészmérnök hallgatókat okítsam hűtés, termodinamika, klimatizálás tárgyakra, a technológus hallgatókat pedig édesipari szaktegőntanra. Ott nemcsak a külföldi diplomám számított újdonságnak, hanem a szakmai végzettségem is, ugyanis akkor még nem képeztek Magyarországon élelmiszer-ipari gépészmérnököt, még a „Műegyetem” sem. Nagyon is beleillettam a tanári karba ezzel a diplomával.

– *Szűkebb végzettsége édes- és sütőipari gépész. Innen eredeztethető közismert „gasztronómiai érdeklődése”?*

– Nem, ehhez a diplomához semmi köze. Ahhoz azonban köze van, hogy nem szerettem az orosz ételeket és a moszkvai menzát, így aztán inkább főztem magamnak a kollégiumokban. Nagy bőrröndökkel utaztam, azokat anyukám mindig megpakolta konzervekkel, levesporral. Ezekre alapozva kezdtem főzni. Egyszerű lépésekkel kezdve: anyukám megtanított rántást keverni, aztán a kicsit bonyolultabb technológiákra is. Persze alapanyagokból nem dúskáltunk a moszkvaiakkal: vagy krumplit, vagy csirkét, vagy hagymát lehetett kapni a boltokban. Amikor végleg hazajöttem, addigra az egyszerűbb ételek főzési szeretete már adottság volt. Így amikor belekerültem abba a baráti körbe, ahol a bográcsolás a férfiak feladatának és kiváltságának számított, mi sem volt természetesebb, mint hogy én is bekapcsolódjak, alkalmanként én is szívesen főzőcskézem.

– *A SZÉF fejlődési irányának a meghatározásában, majd a szegedi egyetemi kar mérnöki irányultságának a hangsúlyozásában mi volt az ön szerepe?*

– Számunkra, a Horváth Károly főigazgatósága idején egyszerre a főiskolára került hat, erős műszaki végzettségű fiatal oktató számára elég nagy feladatot jelentett fölépíteni az élelmiszer-ipari klasszikus gépészmérnöki és az irányítástechnika mérnöki képzést. Hogy mást ne említsek: a laborokat nekünk kellett kialakítanunk. Aztán a főiskola a Mars tér 20-ban megvásárolt egy épületet, oda kerültek át az irányítástechnikai szakhoz tartozó tanszékek. Majd a Moszkvai körüti épülettel növekedett kubatúrában is a főiskola. Akkor még nem stratégiának hívtuk, hanem 5-10 éves, hosszú távú tervnek nevezte az intézményvezetés a célkitűzéseket. Ezek megvalósításában mi, akkori fiatalok tevékenyen részt vettünk... A Szegedi Tudományegyetemen belüli időszakról elmondhatom: vállalom azt a „keresztapaságot”, amelynek eredményeként a SZÉF-ből az SZTE Mérnöki Kara lett. Azt a kritikát is vállalom, hogy mikor a Tudássétányak ezt a Moszkva körüti új pontját



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



megterveztük, kicsit „hazabeszéltem”. Azonban ezzel az új épülettel egy olyan gyakorlati oktatói bázis jött létre, amely nem csak a mérnök hallgatók terepe.

– Hogyan vesz részt az egyetemi integrációban? Az itteni hallgatókon kívül kiket oktat még az SZTE MK?

– Tanítunk – többek között én is – a természettudományi kar kötelekébe tartozó biomérnököket, környezet-, és anyagmérnököket is. Sőt, az SZTE Természettudományi és Informatikai Kar tanár szakos hallgatói is megfordulnak itt. Kialakítottunk ebben a Moszkvai körúti új épületben a környezettechnikai és mérnök laborunkat, illetve komputerre tervezett labort is. A gépészmérnök hallgatók oktatásának feltételei is teljesek az itteni diagnosztikai, robotikához kapcsolódó, illetve az elektrotechnikai laboratóriummal. Jól átgondoltuk a fejlesztést. Természetesen e téren is voltak szakmai segítőim: *Hodúr Cecília* professzor asszony, vagy például a szaklaborokat kifejlesztő *Beszédes Sándor*, *Gyeviki János*, *Sárosi József*, *Forgách Endre*.

– A gépészmérnöki képzés dominanciája, erősödése mellett van még helye és létjogosultsága a SZÉF időszakából és az SZTE Gazdaságtudományi Kar önállósulása előttről örökölt közgazdasági- vidékfejlesztési irányvonalnak az SZTE MK kínálatában?

– Erzékeny ez a problémakör. Sok párhuzamos fejlesztés történt a humán erőforrás terén, egy-két emberes az együttműködés a mi Vidékfejlesztési Intézetünk és a GTK között, amin sürgősen változtatni kell. Tény, hogy nincs ennyi hallgató és piacképes munkahely, ezért komoly tárgyalások eredményeként racionalizálni kell a két kar közötti munkamegosztást. Illetve új projekteket is igyekszünk kidolgozni. Az idei felvételi jelentkezési szám ismeretében azonban elképzelhetőnek tartom, hogy a karunkon egyes szakokat, szakirányokat szűneteltessünk. Ugyanakkor egyetlen mérnök kari szakot, szakirányt sem szeretnék véglegesen megszüntetni. Már csak azért sem, mert e szakokon vannak államilag támogatott helyek, míg a közgazdászképzésben jelenleg nincsenek. De abban nem hiszek, hogy 10 alatti létszámú évfolyamok gazdaságosan fenntarthatóak. Úgy vélem, a Magyar Akkreditációs Bizottságnak is a sarkára kellene állnia, hogy csökkentse a kis létszámú és indokolatlanul párhuzamosan létező képzések számát a magyar felsőoktatás egészében.

– Elfogult a mérnök szakokkal szemben?

– Végzettségemnél fogva is preferálom a mérnökképzést. De úgy, hogy azt csak olyan irányban fejlesszük, amelyhez megvan vagy karközi együttműködéssel megteremthető a humán erőforrás és a gyakorlati oktatási bázis. Ezt az adottságot a mechatronikai képzésben látom, illetve a bioenergetikai mérnök szakon. Az első esetben minden feltétel adott, a második esetben a humán erőforrással és a tudásalapú kutatási eredménnyel már rendelkezünk. Hiszen intenzíven bekapcsolódtunk például a KNRET, vagyis a környezet és nanotechnológiai egyetemi tudásközpont, és a kutatóegyetemi projektbe. Itt a bioenergetikában olyan tudományos eredményeket értünk el, amelyeket oktatási szinten is tudunk hasznosítani. Például akár az én szűkebb tudományos területem: a mikrohullámú energia alkalmazása a környezettechnikában és a bioenergetikában. Tehát ez az a két irány a mérnökképzésben, amely a klasszikus gépészmérnök szak mellett gyorsan akkreditálható. Ugyanakkor azt is látni kell: a mérnökképzéshez nem elegendő, ha van „tábla, kréta és impakt faktor”, vagyis csak a humán erőforrás, mert e szakok oktatásához labor és pénz kell.



The project is co-financed by the
European Union



– Állja a versenyt a szegedi mérnökképzés más hazai felsőoktatási intézmények hasonló szakjaival, diplomáival?

– Az a filozófiám, hogy olyan szakot ne indítsunk, ahol túl sok a versenytárs. Hiszen a műegyetemmel, a miskolci hagyományokkal, akár a kecskeméti GAMF sikeres szakjaival nem érdemes versenybe szállni. Az együttműködésben hiszek. Például a robotikában a kecskeméti főiskolával és a szegedi partner cégekkel együttműködni érdemes, mert ez egy felfutó iparág. Bízom abban, hogy ha mondjuk Zalaegerszezen tudtak egy oktatóbázist létrehozni, sikeres lehet a szegedi tudományosságra alapozó kiegészítő képzés fejlesztése itt, akár Kecskeméttel együtt. Egyébként is: hagyományosan jó a kapcsolatunk a kecskeméti főiskolával, ahova én magam is kísértem 1976-tól két éven át, szombatonként, hallgatókat laborgyakorlatra, mert akkoriban Szegeden még nem rendelkezünk az oktatáshoz szükséges minden berendezéssel. Ha ez a kapcsolat működött akkor, 2013-ban még sikeresebb lehet! A bioenergetikába itt környezettechnológiát vegyítünk: a mérnöki bioenergetikusaink a megújuló energiaforrások közül „vezérnek” számító biogáz erőművek, vagy a geotermikus források, a napenergia hasznosításának minden elemét megtanulhatják.

– Milyen jövőt jósol kutatóként az alternatív energiaforrások hasznosítási igénye és a mérnöktudományok találkozásának?

– A legnagyobb fantáziát a biogázban látom, ugyanis rengeteg olyan szerves hulladék keletkezik, amelynek hasznosításához hozzájárulhatunk az itt kifejlesztett technológiákkal. Például bizonyítottuk, hogy mikrohullámmal kezelve a szennyvizet, a biomasszát intenzívebb a biogáz, vagyis a metánképződés. A bioenergetikusok mint mérnökök biztosan piacra találnak, mert nemzetgazdasági probléma, hogy az ipari szennyvizeket, a szerves hulladékokat hasznosítva dolgozzuk föl. E téren rengeteg a kooperációs lehetőség. Amiben hiátust tapasztalok az egy szaklaboratórium. Ennek megteremtésére azonban alkalmas lehet például egy TÁMOP- pályázat, vagy egy ipari területre helyezett tanszékünk.

– Újításnak számít dékáni pályázatban a kihelyezett tanszékek ötlete. Mi az elképzelés lényege?

– Az ipari partnerekhez helyezett tanszékek egyik előnye, hogy nem kerülnek pénzbe, hiszen a cégvezetők mint tanszékvezetők élvezik az újszerű feladatot, illetve azt, hogy közvetlenül hozzájuk tehetséges fiatalok érkeznek gyakorlatra. Az ilyen stratégiai partner-együttműködésekben is hiszek. E modell nemigen terjedt el Magyarországon. De például a Corvinuson, a műegyetemen, a győri Széchenyi egyetemen bevált. E helyeken „nagyágyuk” végeztek és tanítanak, én viszont a közepes vállalkozások – például a Mol, a villamos- és a gázszolgáltatók – irányába mozdulnék.

– A rektori időszakból fakadó haszon az intézményen belüli párhuzamosságok kiszűrése és az együttműködések erősítése?

– Igen, de gesztorként képezem el az SZTE MK helyét. A bioenergetika terén bőségesen akad együttműködési lehetőség például az SZTE TTIK biológusaival, vegyészeivel, vagy az egyetem Mezőgazdaság-tudományi Karával, és a Juhász Gyula Pedagógusképző Kar Műszaki Tanszéke is foglalkozik ilyen kérdésekkel. Tehát a mérnökképzés terén az erőket jól el lehetett osztani a különböző karok között, átoltatunk egymáshoz. Például a TTIK irányításával jól működik a bio-, az anyag- és környezetmérnök szak, de az MK oktatói is jelentős óraszámmal bekapcsolódnak a képzésbe. Ugyanakkor a biomérnök mesterszakot már a mi gesztorságunkkal nyújtjuk be



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



akkreditációra, míg a környezetmérnök mesterszakra a TTIK tart igényt. Tehát mélyíteni kell és az MGK-t is be kell vonni a Szegedi Tudományegyetemen belüli karközi együttműködésbe!

– Megítélése szerint szép pályát futott be eddig a mérnöki kar

– „Beleragadtam” a vízióba, amelynek jó része már megvalósult: például jövőre végeznek az első gépészmérnök szakos hallgatók. Hasonlóan sikeres a műszaki menedzser szakunk. Ugyanakkor a mérnöki kamarával folytatott tárgyalások eredményeként kell meghatározni az irányokat, mert például járműgépész szakot nem lehet az egyetlen ilyen laborunkra építeni. Úgy vélem, a felsőoktatás-politika rájön arra, hogy be kell engedni a képzési struktúrába újfent azokat a gyakorlati szakembereket, akik a maguk területén, a mérnöktudományok, a projektek terén már letettek valamit az asztalra. Ők adják a gyakorlati projektekkel kapcsolatos tapasztalatot, mi pedig a tudományos minőséget.

– A rektori csúcspont után miért adott be dékáni pályázatot?

– Mikor azt kérdezik tőlem, hogy egy „nagy pálya” után miért indulok egy „kis pályán”, akkor ezen felmérgestem magam, mert azt gondolom, hogy itt „pályák” vannak. Egyáltalán nem tartom visszalépésnek, hogy a rektori megbízás után egy dékáni ciklusra vállalkozok vezetői feladatot. Makroszinten is látom az egyetemet, ami remélem, hasznára válik a karnak és az universitasnak is! Egyébként meg érdekel, hogy dékáni szemszögből milyen irányítani egy szem előtt álló kart egy ilyen nagy, integrált egyetemen, mint a szegedi. Érzek magamban ambíciót...

– És van feladat, hiszen miközben „meglovagolható” a műszaki mérnökképzés iránti igény növekedése, a kar – gazdálkodási szempontból – nehéz helyzetben van.

– Kitartok a klasszikus három lábón állás mellett, még ha egyes szakokat szüneteltetünk is. Céloom, hogy más egyetemi karokkal együttműködve jobban hasznosítsunk erőforrásokat.

– Mondta: azt szereti, ha tanár úrnak szólítják. Ugyanakkor azt se titkolja, hogy vezetői ambíciói is vannak. Ezek honnan erednek?

– Mindig szerettem volna lenni „valami” és „valaki” középiskolásként, de az osztály sportfelelősénél magasabb megbízásba nem kerültem a karcagi Gábor Áron gimnáziumban. Talán azért, mert a szülővárosomban, Karcagon mindenki ismerte a pedagógus szüleimet. Apámnak óriási tekintélye volt mint az egyetlen olyan iskolaigazgatónak, aki nem volt ugyan párttag, mégis tanácsagnak választották. Tehát a fegyelmet „hivatalból” is meg kellett tanulnom. Ráadásul az apám nagyon szigorú volt: ha azt mondta, akkor este nyolcra tényleg haza kellett érnem a moziból, és külön engedélyt kellett kérnem arra, hogy visszamenjek és este tízig maradhassak. Édesanyám pedig béketűrő asszony volt... Ellenben Moszkvában, egyetemistaként külügyi titkárnak választottak az ott tanuló magyar hallgatók csúcsszervezetében, amelynek a titkára az a Gilián György volt, aki az előző kormányban államtitkári feladatokat látott el. Tehát Gilián Gyuri rám talált, hívott, hogy álljak közéjük. Mikor megkérdeztem, mit kell csinálnia egy külügyi titkárnak, akkor azt válaszolta, hogy „én nem tudom, de téged megválasztottunk, és te tudni fogod”. A legelső dolgom volt, hogy a magyar nagykövetségre az akkori kelet-európai országok hallgatói csoportjainak a külügyi titkárait meghívtam, és megbeszéltük az együttműködési lehetőségeit. Nem volt ott napirend és politika, hanem arról beszéltünk, miként érvényesülnek a hallgatók például Kambodzsában, Vietnámban, az



The project is co-financed by the
European Union



NDK-ban. Vagyis milyen képzést kapunk mi, fiatalok ezekben az országokban. Tehát akciók helyett olyasmit szerveztünk, mint ma a tudományos diákköri konferencia: minden hónapban más nagykövetségre mentünk, ahol az országra jellemző ételek és italok fogyasztása mellett előadásokat hallgattunk az adott állam jellegzetes eredményeiről, iparáról.

– Miért éppen a Szovjetunióban tanult tovább a Karcagon érettségiző diák?

– Ingyen nyelvtanfolyamként fogta föl az apám, hogy nyolc hónapon át raboskodott Krasznodarszkban, ahol én kezdtem az egyetemi életemet... Nagyon mérges volt, amikor kikerültem a Szovjetunióba! Hogy oda felvettek, akkor mondtuk meg neki az édesanyámmal, amikor már értesítettek a januári vizsga sikerességéről... Hiába, hogy akkoriban nagyon nagy szó volt, hogy „külföldön”, vagyis például a Szovjetunióban, az NDK-ban, tanulhatott tovább egy fiatal. De az én apám egyáltalán nem örült ennek, mert nem szerette a szovjeteket! Ráadásul ez a választás az esetben nem tudatos döntés, inkább a véletlen műve volt. Annak a történetnek a folyománya, hogy a padtársammal, a nálam csendesebb Jencikével összekaptunk, és dobáltuk egymást krétával, meg fűzettel, a mikor belépett a terembe az osztályfőnökünk. Gulyás Zsiga bácsi nagyon leszidott bennünket, hogy ennyire rosszak vagyunk annak ellenére, hogy a szüleink pedagógusok... Kijelentette: a csínyt nem fogja elmondani a szüleinknek, ha jelentkezünk külföldre. Mi annyira megijedtünk, hogy inkább beadtunk a jelentkezési lapot a Szovjetunióba, és mindkettőnket felvettek: Jencikét Odesszába, engem pedig Krasznodarszkba, a Fekete-tenger közelébe.

– És miért nem követte a szülői példát, és ment tanárnak? Miért éppen a mérnöki pálya felé fordult az érdeklődése?

– Az apám orosz-technika szakos tanár volt, a technikai érdeklődésem nyilván innen ered. Oroszul is tanított engem, de mikor kikerültem a Szovjetunióba, akkor derült ki, mennyire használhatatlan ez a tudás, hiszen még egy pohár vizet sem tudtam kérni. Hogy mennyire gátlásos lettem ott, bizonyítja, hogy Kijevben, ahol a tanulmányok megkezdése előtt egy hónapig oroszul tanultunk, szégyelltem lemenni a boltba tejért és kifliért, inkább fizettem másoknak, hogy helyettem beszéljenek. Végül Moszkvában, ahol négyen laktunk egy szobában, oroszokkal voltam körülvéve, így aztán kénytelen voltam megtanulni oroszul.

– Moszkva után miért Szeged?

– Mert Moszkvában találkoztam Horváth Lajossal, aki diákokat kísért a Szovjetunióba, és megkérdezte: akarok-e tanítani a szegedi élelmiszeripari főiskolán. Ekkor úgy éreztem, visszatalálok az eredeti tervemhez, ugyanis eredendően tanár szakra szerettem volna jelentkezni, de a szüleim azt akarták, hogy valami más „rendes és jól fizető” szakmát válasszak a középiskola után. Így lett belőlem mérnök, de a Jó Isten vagy a sors mégiscsak megadta, hogy taníthattam – Szegeden. Ugyanis Budapestről a gépészképzés 1976-ban, amikor én végeztem, Szegedre költözött, velem együtt. Itt Huszka Tibor fogadott. Az volt az első kérdése, hogy „Drága Gyermeke, nem lesz-e kicsi neked ez az intézmény?” ... Tíz éve, mikor megválasztottak az SZTE rektorának, elmentem hozzá azzal, hogy „Tibor bácsi, úgy néz ki, valóban kicsi lett ez az intézmény, és hálás vagyok neked, hogy láttál bennem valamit”.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



– Ikonszerű alakja volt a SZÉF-nek Huszka Tibor, akiről elneveztek egy termet is, amelyben ön az előadásait tartja. Ki mindenki járult még ahhoz hozzá, hogy ön befuthassa a pályáját?

– Szerencsém volt, mert 1988-ban lettem a tudomány kandidátusa, és akkor még nem voltunk túl sokan minősített oktatók, bár az akkori főigazgató, *Gábor Miklósné* Erzsike nagyon preferálta a tudományos előmenetelt. Az akkori főnököm, *Gyöngyösi József* átadta nekem, 35 évesen a gépészeti intézet vezetését. Én innen datálom az intézményvezetői karrieremet. A SZÉF vezetőinek ösztönzése is hozzájárult ahhoz, hogy a műszaki egyetemen a gazdasági mérnöki szakon szereztem diplomát, a kertészetin pedig élelmiszer-ipari művelettanból doktoráltam. Gazdasági mérnöki végzettségemnek vezetői pályafutásom során folyamatosan hasznát veszem.

– Milyen emlékezetes fordulópontokat emel ki a pályafutásából?

– A rendszerváltozáskor lettem a Szegedi Élelmiszeripari Főiskola főigazgató-helyettese: először oktatási, majd tudományos ügyekkel foglalkoztam – *Dinya László* főigazgató mellett. Először 1996-ban lettem főigazgató.

– Hogy élte meg a SZÉF-nek a tudományegyetemhez való csatlakozását?

– Ez az akkori SZÉF-főigazgató, *Dinya László* érdeme. 1992-93 táján létrejött a szegedi egyetemi szövetség, amelynek tagja volt például a JATE, a SZOTE, a SZÉF, a JUGYU. Akkor *Csirik János*, *Fráter Loránt*, *Mészáros Rezső*, *Dinya László* közösen kezdett gondolkodni. E folyamatba 1996-ban – amikor *Dinya* államtitkár lett, és én váltottam a kar élén – magam is bekapcsolódtam, egy évig voltam az egyetemi szövetség elnöke is. Fordulópontot hozott 1998: a JATE kara lett a SZÉF. Ez visszafordíthatatlan lépés úgy következett be, hogy *Dinya* államtitkár úr úgy emlékezett, mi ezt megbeszéltük, de erről az egyeztetésről nem tudtunk semmit – sem én, sem *Mészáros Rezső*. Mérgesek is voltunk, amikor a Délmagyarország napilap 1998. május 14-i cikke alapján szembesültünk a ténnyel, hogy egyik napról a másikra a JATE része lett a SZÉF. Ugyanakkor ezt a folyamatot nem erőltette *Mészáros Rezső*, akinek ezért máig hálás vagyok. A JATE rektoraként csak annyit kért, hogy megfigyelőként legyek jelen az akkori egyetemi tanácsban, vagyis nem szavaztam, így nem borítottuk föl a kialakult egyensúlyt, én viszont beleláttam, miként kell irányítani egy a SZÉF-nél sokkal nagyobb intézményt.

– Mit jelent önnek a szegedi felsőoktatási intézmények universitássá alakulása?

– 1999-ben második alkalommal választottak főigazgatónak, és ez a periódus 2003-ig tartott, vagyis közelről láttam az integrált szegedi egyetem születésének a folyamatát. Mikor 2000-ben eljött az integráció, a SZÉF már nem szerepelt a Szegedi Tudományegyetem létrehozását kimondó dokumentum aláírói között, hiszen addigra már a JATE egyik karaként vettünk részt a szegedi felsőoktatási intézmények közéletében.

– Mikor és hogyan született meg önben az elhatározás, hogy pályázik a Szegedi Tudományegyetem rektori posztjára?

– Azt tudtam, hogy pályázni szeretnék, de a véletlen műve volt, hogy be is nyújtottam a programomat. Ha ugyanis *Mészáros Rezső* rektor úr – akitől megkérdeztem, mit szólna, ha pályáznék – azt mondja, hogy ne tegyem, mert mondjuk „túl fiatal vagy te még ehhez”, akkor



The project is co-financed by the
European Union



hallgatók rá, és távol maradok. Mint ahogy épp *Mészáros Rezső* véleményére alapozva, biztatására szálltam be a versenybe. Amelyre, most már elárulhatom, egy évet készültem, majdnem száz interjút készítettem különböző egyetemi oktatókkal, kutatókkal, közszereplőkkel. Olyan professzorokat kerestem föl, akiről föltételeztem: meghatározó a véleményük szűkebb környezetükben, például az orvostudományi karon, ahol elsőként *Jancsó Gáborral* beszélgettem. Ő akkor is és most is a legtöbbet idézett tudósunk, s mikor bejelentkeztem, elcsodálkozott, de aztán jót beszélgettünk. A professzorok többsége meglepődött, hogy a véleményüket kérem. Így például *Bor Zsolt* is, aki hozzám hasonlóan külföldön, vagyis a Szovjetunióban tanult, ezért könnyedebb szívvel fordultam hozzá. De amikor beléptem a gyönyörű, a professzor elődöktől örökölt bútorokkal berendezett irodájába, rögtön közölte: 20 perce van a számomra. Elmondtam neki néhány mondatban, hogy menedzser szemléletű pályázatot kívánok összeállítani. A végén egy órás és rendkívül tartalmas beszélgetés után álltam föl, ő pedig azzal köszönt el tőlem, hogy lehet, az egyetem leendő rektorával fog most kezdet... Emlékszem, jártam Anderle Ádámnál is, hogy a professzori sorozatban egy bölcsészt is említsek. Mert meg akartam szondázni, hogy ez a nem klasszikus, vagyis nem a tekintélyre, hanem a hatékonyságra alapozó programnak milyen a fogadtatása. E találkozásokon nagyon sok jó ötletet kaptam. Ezeket beépítettem a rektori programomba is.

– Hogyan kell elképzelni ennek a rektori pályázati anyagnak az összeállítását? Milyen módszerrel és kiknek a segítségével alakult ki első rektori programja?

– Csapatot szerveztem, mikor megjelent a rektori pályázat: *Majó Zoltán*, *Vilmányi Márton* és *Garamhegyi Ábel*, *Buzás Norbert* segített, később bekapcsolódott e körbe *Révész Balázs* is. A közszerepléseim végén mindig értékeltük a történeteket: *Garamhegyi Ábel* a testtartással, a nyakkendőmmel, a mondatfűzéssel foglalkozott, míg a többiek a „marketing pontokat” kérték számon, Marci a gazdasági hozzáértésemet kritizálta. Az volt a szerencsém, hogy mindezt nem bántóan adták elő. Aztán a pályázat megfogalmazásában is részt vettek a fiatalok, akik mára az SZTE jelentős vezetői, miközben korrektek és lojálisak – a kabinetfőnökhöz hasonlatosan – az egyetem mindenkori rektorával. Ezek a személyek egyfajta folytonosságot jelentenek az egyetemen belüli vezetői ciklusok váltakozása közepette.

– Hogyan jellemezné saját vezetői stílusát?

– Sose rejtettem véka alá, hogy nem a „legnagyobb tudós tekintélyként” kívánok rektor lenni, hanem új típusú intézményirányítóként. Rektorként is követtem, hogy a helyettesek a saját területükért legyenek felelősek, a munkájukban nem kotnyeleskedtem.

– A tudományos előmenetelét is „karban tartotta” rektorsága idején. Miért és hogyan?

– Aki rektori feladatot vállal, az a saját tudományterületén nem tud a korábbi időszakához hasonló intenzitással dolgozni. A tudományos előmenetelében mentoromnak *Telegdy Gyula* akadémikust tekintem. Történt, hogy a Dél-Alföldi Neurológiai Tudásközpont első pályázata idején azt a véleményt hallottam bírálói körökből, hogy az SZTE első tudásközpontjának terve túl bonyolult, ezért annak két elsőszámú ötletgazdáját és kidolgozóját, a két hírneves akadémikust, *Telegdy Gyulát* és *Penke Botondot* arra kértem, egyszerűsítsék a modellt és „butítsák le” a szöveget. Erre ők nem sértődtek meg, hanem elfogadták azt a tanácsot, amit én is másoktól kaptam. Én megkönnyebbültem,



The project is co-financed by the
European Union



hogy nem két ellenséget, hanem szakmai barátot szereztem. Ám Telegdy professzor visszalépet az ajtóból, és azt kérdezte: „Aztán a nagydoktorival hogy állsz?”, mire én mentegetődztem, hogy reggeltől estig a rektori hivatalban dolgozom. „Van anyagod?” – kérdezte, s mikor elmondtam, milyen téma feldolgozását tervezem, de rektori teendőim miatt jó ideje háttérbe szorítottam, kijelentette: „Azt neked meg kell írni! Minden nap írsz három oldalt és néhány hónap alatt végzed!” Márpedig Telegdy akadémikusról tudtam, be fogja rajtam vasalni, amit javasolt. Így adott egy olyan impulzust, ami kirántott engem abból a dédelgetett álomból, hogy majd megírom a nagydoktorit, ha már nem leszek rektor. Így aztán – igaz, nem néhány hónap alatt, hanem két év alatt, de – aktív rektorságom idején elnyertem a tudomány doktora címet. Ennek ellenére keményen kellett azért is dolgoznom az elmúlt három évben, hogy a rektori megbízatás lejártával a tudományterületemen visszakerüljek arra a szintre, ami elvárható.

– A tudományos közéletbe visszavezető úton kikre számíthatott?

– Fél szemem azért a tanítványaimra függesztettem rektorként is. Helyettesem, *Hodúr Cecília* professzorasszony vezetésével markáns kutatócsoportok alakultak ki az intézetemben. Az egyik csoport, a Hulladékhasznosítás és megújuló energiák kutatócsoport, a másik a Membrán és környezettechnikai kutatócsoport. Mindkettő hasznosítja a mikrohullámú technológiában addig elért tudományos eredményeimet is. A harmadik kutatócsoportunk a Transzport folyamatok intenzifikálása mikrohullámon elnevezésű. A negyedikben, a Rajkó Róbert professzor által irányított kemometria csoportban nem közreműködöm. Tehát kialakult egyfajta iskola az intézet körül.

– E tanítványi kör kiegészült a kollegákkal és a barátokkal, mikor a 60 éves Keszthelyi-Szabó Gábort ünnepelték...

– Nem a születésnap volt az igazán fontos ezen a találkozón, hanem az, hogy a tanítványok és a tanítványaim tanítványai reprezentatív személyiségek előtt mondhatták el a tudományukat. Persze személy szerint nekem is jól esett, hogy ilyen sokan eljöttek és tiszteletüket tették a rendezvényen. Ott én magamban azt ünnepeltem, hogy a dékánná választásomat az SZTE szenátusa is támogatta. E pozitív élmények pedig azt erősítették meg bennem, hogy három év után sem merült feledésbe, amit a Szegedi Tudományegyetem rektoraként és a Magyar Rektori Konferencia elnökeként teljesítettem.

– És magánemberként hogyan ünnepelt, illetve ünnepelték a 60. születésnapját?

– A budai Málcsi néni vendéglőjében ebédeltünk – a feleségem, és a Budapesten élő lányunk, vejünk és két kis unokánk társaságában.

– Dékánként új korszak következik az élete „közszerplős” részében. Rektori tapasztalatából mi következik: hogyan osztható majd meg a dékáni és az oktatói tevékenység, vagyis a közfeladat és a tudományos feladat mondjuk egy-egy munkanapon belül?

– Az oktatói munkára mindig marad idő. A legnehezebb feladatot a kari gazdálkodást nehezítő hiány leküzdése jelenti majd. Biztos vagyok abban, hogy olyan napi terhelés, amit rektorként el kellett viselnem, most nem várható. Tanulmányoztam több egyetemi kar felépítését. Az általam vezetett MK működéséről annyit elárulhatok, hogy részben ipari szereplőkből tanácsadó testületet szervezek, amelyet egy markáns egyéniség vezet majd. És e tanácsadó testületből pörögnek majd ki az új



The project is co-financed by the
European Union



tanszékvezetők... Felelősséget érzek a szegedi egyetemi mérnöki kar 1600 hallgatójáért és a 80 oktatójáért.

– *Ha nem közszereplésre, akkor közéleti szereplőként mire vágyik?*

– Arra vágyom, hogy amikor majd letelik a dékáni ciklus és négy év múlva fel kell állnom, miközben amúgy is elérem a nyugdíjas életkort, akkorra stabil és kialakult menedzsment vegye át a kar vezetését. Közösén meg fogjuk találni, hogy kik azok az emberek, aki ennek az akkorra 54 éves karnak a jövőjét továbbviszik.

Újszászi Ilona

NÉVJEGY: Keszthelyi-Szabó Gábor okleveles gépészmérnök, gépipari gazdasági mérnök, az MTA doktora, született: Karcag, 1953. április 16. Az Élelmiszeripari Technológiai Egyetemen (Moszkva) okleveles gépészmérnöki (1976), a Budapesti Műszaki Egyetemen gépipari gazdasági mérnöki (1982) diplomát szerzett. Kertészettudományi doktori fokozat (1983), műszaki tudomány kandidátusa (1988), habilitált doktor (1998), a Magyar Tudományos Akadémia doktora (2007). Szegedi Élelmiszeripari Főiskola, majd SZTE Mérnök Kar: tanszékvezető (1989–), oktatási főigazgató-helyettes (1989–1993), tudományos főigazgató-helyettes (1993–1996), kari főigazgató (1996–2003), dékán (2013 –). SZTE: rektor (2003–2010), SZTE Dél-alföldi Agrártudományi Centrum elnöke (2000–2003), SZTE gazdasági és közkapcsolatok rektorhelyettes (2000–2003). Csongrád Megyei Mérnöki Kamara tiszteletbeli tagja (2004-től). Széchenyi Professzori Ösztöndíj (1998–2002)., Akadémiai Díj, MTA-elnökség (2001), Tankönyvnívódíj (Műszaki hőtan mérnököknek, 2002). Honourable Member of the Scientific Council of I. I. Mechnikov Odessa National University (2005). Honorary Professor of the Moscow State University of Food Production (2006). MTA Szegedi Területi Bizottság Műszaki Szakbizottsága, elnök (1999–2003), MTA Agrártudományok Osztálya, Agrárműszaki Bizottsági tagja (2001-től). Magyar Élelmiszertudományi és Technológiai Egyesület MÉTE elnöke (2008–), Magyar Rektori Konferencia elnöke (2009–2010), Európai Egyetemek Szövetsége (EUA), elnökségi tag (2009–). I. Szeged Lions Klub tagja (2005-től). Démász Kajak-kenu Szakosztály elnökségi tagja (2006–). Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztje (2005). Kutatási területek: Hibrid (konvektív-mikrohullámú) energiaközléses anyagkezelés, mikrohullámú hőközlés elmélete és gyakorlata. Hő, anyag és impulzus transzport folyamatok vizsgálata élelmiszeripari műveletekben, eljárásokban. Tudományos közleményeinek, hazai, nemzetközi előadásainak száma: 210. Társ szerzős tankönyvei száma 4. Oktatási jegyzeteinek száma 7. Szabadalmak száma 3. Hobbi: teniszezés, síelés, lovaglás.



The project is co-financed by the
European Union

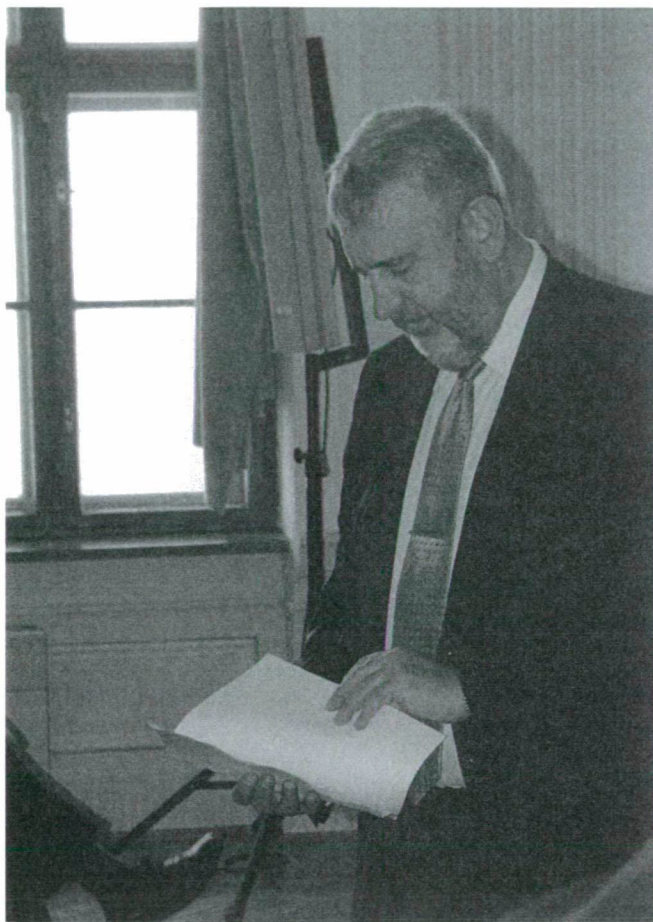
Good neighbours
creating
common future





Hungary-Serbia

IPA Cross-border Co-operation Programme



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

DR. SZABÓ GÁBOR REKTOR BESZÉDE

2009. szeptember 4.

Tanévnyitó Közgyűlés

Szenátus ülésünk egyetlen napirendi pontja a tanév hivatalos megnyitása. Hagyományainkhoz híven a mai tanévnyitónkat is interneten keresztül követhetik a kedves érdeklődők itthon és a nagyvilágban.

Megkülönböztetett tisztelettel köszöntöm Hiller István Miniszter Urat és Botka László Polgármester Urat.

Valamennyiük megtisztelő jelenlétében megkülönböztetett megbecsüléssel köszöntöm azokat a hallgatóinkat, akik most nyertek felvételt egyetemünkre, Önöket itt személyesen a Tanulmányi és Információs Központ kongresszusi termében, Budapesten a médiaintézetünkben évnyitó online közvetítésünket követő hallgatóinkat!

Gratulálok és egyben köszöntöm szüleiket, hozzátartozóikat, akik nagy áldozatot vállalnak a következő években, hogy biztosítsák Önöknek a zökkenőmentes felsőoktatási élet körülményeit.

Biztosítom Önöket, hogy jól választottak, mert a Szegedi Tudományegyetem nem tudás- és diplomagyár, nem fokozat- és publikációgyár. A 19 doktori iskolánkban érdemtelenül nem adnak doktori fokozatot, az egyetemi tanárok kinevezésének követelményrendszere szigorú és következetes. Stabil gazdálkodását, az egyetem alkotó közösségének közmegegyezésén alapuló intézményfejlesztési stratégia mentén biztosítja. A Szegedi Tudományegyetem autonóm, független elkötelezett egyetemi polgárok közössége. Minden egyes tagja azon van, hogy a tömegképzést is hatékonyan, a nemzetközi minőséghez igazodó elvárásoknak megfelelően végezze, a mesterképzésre szigorú minőségi követelmények alapján ad lehetőséget a belépésre, és a doktori elitképzésre csak a legkiválóbbaknak van lehetősége.

Önök több mint 9000 is azt bizonyítják, hogy a társadalom egyre magasabbra értékeli intézményünk képzéseit, diplomáink versenyképesek itthon és külföldön egyaránt. Szegeden a hallgatók oktatandó, nevelendő társai, partnerei tanárainknak.

Az egyetemi talár viselésének méltóságához hozzátartozik, hogy megnyilatkozzon olyan ügyekben is, amelyet a társadalom, a közvélemény jogosan elvár tőlünk. Ilyen ügy a szlovákiai nyelvtörvény. A szegedi Gál Ferenc Hittudományi Főiskolán — amely intézmény vezetőjét, Kozma Gábor rektortársamat ismételten köszöntöm - a Pünkösdváros Európa elnevezésű kárpát-medencei ökumenikus nagytalálkozó céljához és üzenetéhez kapcsolódóan 2009. augusztus 30-án rendezett felsőoktatási kerekasztal résztvevőinek született egy nyilatkozata, amelyet a Magyar Rektori Konferencia Elnökeként is támogatok, és arra kérem majd egyetemünk közvéleményét, hogy csatlakozzon támogatólag. Idézek a nyilatkozatból: „Azzal szeretnénk hozzájárulni a kialakult



The project is co-financed by the
European Union



helyzet tisztázáshoz, hogy a felsőoktatási intézményekben megtaláljuk annak a módját, hogy a keresztény magyar értelmiséget megismertessük a szlovák nemzeti fejlődés sajátosságaival, hiszen annak mozzanatai

(bibliafordítás, irodalmi nyelv, küzdelem a dualizmus kori Magyar Királyság keretein belül történő nemzeti megmaradásért) a történelmi Magyarországon (Uhorsko) zajlottak. Sokat kell tennünk azért, hogy a tudomány eszközeivel feltárjuk a politikai manőverek (Trianon, 1939-1945., a „negyven év” stb.) szándékos félremagyarázásait. Amikor a szlovák nyelvtörvény ellen tiltakozunk, az nem a szlovák nemzettel szemben, hanem jelenlegi politika irányával szemben történik. A külföldre szakadt magyar nemzetrészek európai megmentése és kezelése lehetetlen a mindenoldalú együttműködés nélkül a szomszéd nemzetekkel, annál is inkább, mivel a szlovák és a magyar kultúra évszázados közösségének igaz feltárásával testvérivé tehetnénk nemzeteink kapcsolatait. Ezért javasoljuk, hogy akár civil kezdeményezések formájában minél több szakmai magyar-szlovák párbeszéd jöjjön létre, hiszen a megismerés a barátság nélkülözhetetlen eszköze.”

A nyilatkozat teljes terjedelemben megtalálható egyetemünk honlapján.

Klebelsberg Kunó, Szent-Györgyi Albert, nagyhirű elődeink elvárásainak csak akkor tudunk megfelelni, ha a feltételeket a társadalom, a mindenkori politikai hatalom maradéktalanul biztosítja és a Szegedi Tudományegyetem nemzetközi rangjához méltó kiemelt figyelmet, finanszírozást kap a jelenben és a jövőben egyaránt! Hagyományaink megőrzését misem bizonyítja jobban, minthogy:

A Szentgyörgyi Albert iskolájának egyik legjobb tanítványa - Straub F. Brúnó - által megálmodott Szegedi Biológiai Központ 70-es években ránk maradt befejezetlenségét az új integrált Szegedi Tudományegyetem oldotta meg: nem kevés karközi és egyetemi pénzügyi támogatással és Uniók források bevonásával fejeződött be a Biológiai épület bővítése, 6778 négyzetméteren 2007. március 16-án, mely az SZTE történetében a második legnagyobb értékű beruházás volt a Tanulmányi és Információs Központ után.

A Szegedi Tudományegyetem vezetése a szegedi Ybl díjas építészekkel egyetértve továbbra is belvárosi egyetemben képzei el jövőjét a klebelsbergi hagyaték megőrzéseként. A Dugonics téri főépület és a Dóm tér Rerrich Béla tér épületkomplexumainak megújítása ezért került a fejlesztési terveink fókuszába. A sikeres pályázat, az aláírt szerződés után, a Szegedi Tudományegyetem a klebelsbergi örökséget tovább viszi, a következő évben felújít ebből 9188 négyzetmétert. Tanulás vár Önökre az elkövetkező években, de ha kellően elszántak és szorgalmasak, akkor sikerekben és elismerésekben is részükhöz lesz. Egyetemünk minden szempontból fel van készülve arra, hogy önök tanulhassanak, részt vehessenek a tudományos diákköri tevékenységben vagy életkori sajátosságaiknak megfelelően sportolhassanak, szórakozhassanak.

Érezzék otthon magukat nálunk!

Abból az alkalomból, hogy Önök Egyetemünk tagjai lettek, egy személyes tapasztalatomat kívánom Önökkel megosztani. Gyakran előfordul, hogy a hallgatóktól teljesen eltérő vélemények hangzanak el egy-egy felsőoktatási intézményről. Van olyan hallgató, aki igyekszik mindent megtanulni, amit felkínálnak neki, és igyekszik minél hamarabb megismerni egyeteme életét, meglátja a lehetőségeket, jó kapcsolatokat épít hallgatótársaival, oktatóival vagy más munkatársakkal. Ez a



The project is co-financed by the
European Union



hallgató jónak fogja tartani az egyetemét, mert az egyetem adta lehetőségekkel élni tud, és mivel ő maga is mindent megtesz, hogy jó eredményt érjen el, ezzel emeli az intézmény színvonalát is. Oktatói szeretni fogják ezért.

A másik hallgató úgy várná el az eredményeket, hogy nem tesz érte erőfeszítéseket. 6 elegendőnek tartja, hogy felvették, s nem akar elmélyülni, inkább csak túl akar lenni a tanuláson, a vizsgákon. Valószínű, hogy az ilyen típusú hallgató nem ér el tartós eredményeket. S könnyen lehet, hogy ő rossznak fogja tartani ugyanazt az egyetemét.

Kérem tehát Önöket, akiknek most egy új szakasz kezdődik az életében, azt nézzék, mit tudnak itt megtanulni, miben lehet itt kibontakozni. Ehhez önállónak, ambiciózusnak, szorgalmasnak, kreatívnek kell lenniük, és meg fogják látni, a jutalom nem marad el.

Abban, hogy Önök minden felkínált lehetőséggel élni tudjanak, főleg eleinte, amíg nem mozognak otthonosan az Egyetemen, nagy segítségükre lehet az Egyetemi Hallgatói Önkormányzat. Kérem az EHÖK tagjait, segítsék az újhallgatók beilleszkedését, és kérem a hallgatókat, keressék meg az EHÖK tagjait, keressék fel a Hallgatói Szolgáltató Irodát, annak érdekében, hogy minél gördülékenyebb legyen beilleszkedésük.

Köszöntöm az új tanév alkalmából egyetemünk oktatóit, vezetőit, annakreményében, hogy a nyáron jól kipihenték magukat. Kérem Önöket, hogy továbbra is az eddigiekhez hasonló szakértelemmel és odaadással vegyenek részt egyetemünk oktató és kutató munkájában, közéletében.

Az idei tanév megnyitása egy jubileum kezdetét is jelenti egyben, hiszen 2010. január 1.-én lesz 10 éves a szegedi felsőoktatás integrációja. Immáron egy évtizede, hogy Szeged nagy múltú felsőoktatási intézményei közösen létrehozták az ország egyik legnépszerűbb és legnagyobb egyetemét, a Szegedi Tudományegyetemet.

Az elmúlt évtized sikereit és fejlesztéseit méltó módon koronázzák meg az elmúlt években elért eredmények, és az előttünk álló lehetőségek. A következetes munka sikere, hogy közel 30.000 hallgatónk a 2009/2010-es tanév elején 13 képzési területen 4 osztatlan képzésben, 87 alapszakon, 113 mesterszakon, 33 féle felsőfokú szakképzésben, 59 szakirányú továbbképzésben, összességében 296 szakon kezdenek meg tanulmányaikat. A végzetek továbbképzéséről 19 doktori iskola, és közel száz PhD program gondoskodik. PhD hallgatóink száma mintegy 700 fő, közülük 188 az idei új belépő. 2009-ben ez idáig 156-an szereztek PhD fokozatot. Hallgatóink közül évente több százan - az egyetem kiterjedt nemzetközi kapcsolatrendszerének köszönhetően - hónapokat tölthetnek 320 partnerintézményünk valamelyikénél.

A K+F+I területén, a képzésben, a képzés feltételeinek és az integrált egészségügy, betegellátás magas színvonalú biztosításában több mint 8000-en munkálkodnak.

2131 oktatónk közül 129-en rendelkeznek MTA Doktora fokozattal, 786 a CSc, PhD és DLA fokozatosok száma. Professzoraink 234-an vannak. Külön szeretném kiemelni és köszönteni megnyitómiban a Magyar Tudományos Akadémia 16 rendes, és 3 levelező tagját.

Tudományos tevékenységünk hazai és nemzetközi szinten is kiemelkedő, amit bizonyít, hogy a rangos nemzetközi folyóiratokban 2001-óta Magyarországról megjelent publikációknak csaknem ötöde, közel 7000 db köthető a Szegedi Tudományegyetem nevéhez, különösen az orvos-és



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



gyógyszerésztudomány, valamint a természettudomány neves művelőiehez. Még impozánsabb ez a fontos mutató, ha figyelembe vesszük a hazai és nemzetközi konferenciakiadványokat, könyveket, jegyzeteket. Így már csaknem 33.000 publikációt jegyeznek egyetemünk oktatói, kutatói.

A Szegedi Tudományegyetem tudományos aktivitását jelzi, hogy 2009 első félévében 31 érvényes elsőbbségi szabadalmi bejelentés kapcsolódik részben vagy egészben az intézmény nevéhez, melyből 18 nemzetközi szakaszban van, valamint további 6 áll előkészület alatt. Innovációs aktivitásunk növekedését jól jelzi, hogy 2005-ben még csak 6 érvényes elsőbbségi bejelentés kapcsolódott részben vagy egészben az intézmény nevéhez, valamint további hat állt előkészület alatt.

Számos hazai és nemzetközi vállalatot köszönhetünk hosszú távú partnereink között. Néhányat közülük ki is emelnék: General Electric, MOL, IBM, HP, EGIS, Richter, Knorr-Bremse, Coca-Cola, Telecom Zrt. Imponáló számok, széleskörű hazai és nemzetközi kapcsolatrendszer, melyek azt jelzik: a Szegedi Tudományegyetem sokoldalúsága kiaknázható és jól kamatozó kincs minden polgára számára.

Büszkén és örömmel jelenthetem be, hogy egyetemünk az ország második legnépszerűbb felsőoktatási intézménye — erről tanúskodnak a felvételi statisztikák is. A tavalyi évhez képest csaknem 20%-kal, szám szerint több mint 17 ezerrel több hallgató jelentkezett hozzánk, közülük tízezeren első helyen jelölték meg a Szegedi Tudományegyetemet. A vidéki felsőoktatási intézmények közül egyetemünk fogadhatja a legtöbb elsőévest is — mind az összlétszám, mind az államilag támogatott képzések tekintetében. A szegedi universitas vonzerejének egyik legfőbb bizonyítéka tehát, hogy a mai nappal több mint 9 ezren kezdik meg felsőfokú tanulmányaikat, ami életre szóló élményeket, de valódi kihívást is jelent egyben.

A European Student Barometer Európai Unió közvélemény-kutatás eredményei szerint az itt tanuló megkérdezett közel 1000 hallgatótársuk kiemelkedően jónak ítéli meg az egyetem tudományos hírnevét, az oktatás színvonalát, a pezsgő egyetemi életet és az itt szerzett diploma munkaerő-piaci értékét. Felméréseink azt mutatják, hogy a szegedi hallgatók szeretik Alma Materüket, érzik, hogy tagjai egy közösségnek, és büszkéik rá, hogy a Szegedi Tudományegyetem polgárai.

Büszkéik is lehetnek! Ezt bizonyítja a shanghai-i Jiao Tong Egyetem által évente elkészített nemzetközi rangsor is, mely — az ELTE-n kívül Magyarországról egyedülként — tavaly is a világ 300-400 legjobb egyeteme közé sorolta intézményünket. Megítélésünk hazai elismerését a Felsőoktatási Minőségi Díj is bizonyítja. Köszönet az elismerésért. Köszönet illeti egyetemünk valamennyi polgárát, legyen az oktató, szolgálatot teljesítő alkalmazott, hallgató, mindenkit akik tevékenységükkel hozzájárultak a minőségi oktatás, kutatás és igazgatás megvalósításához, a felsorolt sikerek eléréséhez. Az elismerés is azt mutatja, hogy jó úton járunk, ezt az utat kell a jövőben is követnünk.

Oktatóink és hallgatóink elhivatottságát és tudományos teljesítményét mutatja, hogy a 2009. évi OTDK-n a szegedi hallgatók 67 első, 55 második, 62 harmadik díjat szereztek. Kérdemelték



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

továbbá több mint öt tucat különdíjat, dicséretet, kiemelt dicséretet, egyéb elismerést. Ezzel ők végeztek az országos összesített lista első helyén. Az összesen 184 dobogós helyből 78-at tudhat magáénak a Természettudományi és Informatikai Kar, 50-et a Bölcsészettudományi Kar, 17-et az Állam- és Jogtudományi Kar, 8-8 helyet a Gazdaságtudományi Kar, a Juhász Gyula Pedagógusképző Kar és az Általános Orvostudományi Kar, 7-et a Mérnöki Kar, 4-et a Gyógyszerésztudományi Kar, 2-t az Zeneművészeti Kar, 1-1-et a Mezőgazdasági Kar és az Egészségtudományi és Szociális Képzési Kar.

Kiváló teljesítményt nyújtó hallgatóink felkészítő tanárai közül kilencen Mestertanár Aranyérem kitüntetést vehettek át. Ok: Prof. Dr. Bari Ferenc egyetemi tanár, Prof. Dr. Csendes Tibor egyetemi tanár, Prof. Dr. Dékány Imre egyetemi tanár, Prof. Dr. Kovács Kornél egyetemi tanár, Prof. Dr. Krisztin Tibor egyetemi tanár, Prof. Dr. Lengyel Imre egyetemi tanár, Dr. Papp Katalin egyetemi docens, Dr. Vajda Zoltán egyetemi docens és Dr. Zentainé Dr. Kollár Andrea egyetemi docens.

Nemzetközi összehasonlításban is mértékadó munkánk feltételeit évente több mint hatvanezer millió, azaz 60 milliárd forint biztosítja. Ezt a hatalmas összeget pályázati forrással egészítjük ki. A magyar felsőoktatási intézmények közül a Szegedi Tudományegyetem nyerte el a legnagyobb összeget — összesen 20,2 milliárd forintot — a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség eddig lezárult pályázatain.

A sikeres szereplésnek köszönhetően több beruházás is megvalósul: így 2011-ig új épületbe költözhet a Mérnök Kar, és végre új külsőt nyer Klébersberg Kunó jelképes öröksége, a Dugonics téri főépület is, amely ismét a Szegedi Tudományegyetem egyik méltó szimbólumává válhat. Az elmúlt hónapok során elnyert támogatások eredményeként pedig a közeljövőben újabb kutatói munkahelyeket teremthetünk, továbbá több mint 1600 modern laborszakkal segíthetjük az oktatók és hallgatók munkáját. Mindezek mellett terveink szerint az előttünk álló években több mint 12 milliárd Ft Európai Unió támogatással újjászületik a szegedi egészségügy infrastrukturális háttere.

A Dél-alföldi Régió szellemi központjaként felelősségünk megkérdőjelezhetetlen a térség gazdasági felemelkedésében, ez mindannyiunk közös érdeke. A Kecskeméti Főiskolával és a bajai Eötvös József Főiskolával együttműködve többek között ezért is kezdeményeztük a régió valamennyi felsőoktatási intézményének és kutatóintézetének munkáját összehangolni kívánó a „Dr. TudásKabinet” megalakítását. Örömmel jelenthetem, hogy kezdeményezésünk sikeres, rövid időn belül csatlakozott a Csongrád Megyei Agrárkamara, ITD Hungary Magyar Befektetési és Kereskedelmi Fejlesztési Ügynökség, Dél-alföldi Regionális Innovációs Ügynökség is.

Kiemelt stratégiai célunk továbbá, hogy a következő években intézményünk az eddigieknél is aktívabb és kezdeményezőbb szerepet tudjon vállalni a nemzetközi tudományos programokban. Túlzás nélkül állíthatom, hogy e cél elérésében sem tértlenkedtünk. Európa szerte elismert kutatás-fejlesztési-innovációs tevékenységünket mutatja, hogy Magyarország Szeged helyszínnel pályázik az Extreme Light Infrastructure elnevezésű szuperlézer befogadására. A több mint 100 milliárd forintos beruházás példátlan siker lehet a régió, sőt az ország életében is: a város felkerülhet a világ tudományos térképére, az ELI felépítése húzóerőt gyakorolhat a környék iparára, és segítheti az ország tudományának, oktatásának fejlődését is. A szupertechnika elnyerése azonban önmagában nem sokat ér, ha a jövőben nem lesznek képzett szakemberek, akik működtetni, használni is tudják.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



A természettudományos képzésben egyetemünk mindig is élenjáró volt, mert hisszük, hogy a mérnökök és természettudósok nélkül elképzelhetetlen a jövő. Éppen ezért a Szegedi Tudományegyetem aktívan törekszik a természettudományos oktatás megreformálására: 2010 végére a Juhász Gyula Pedagógusképző Kar épületében 160 millió forintból felépül a „Csodák tára”, amely reményeink szerint a ma gyermekének is kézzelfoghatóvá teszi többek között a matematikát és fizikát, újra felkeltve a természettudományok iránti érdeklődést. Valamint mintegy 4,5 milliárd Ft-ból megújul a Természettudományi és Informatikai Kar több épülete, új laborok kerülnek kialakításra a Gyógyszerésztudományi Karon és a Mémöki Karon.

Egy egyetem - ami mostantól az új otthonuk is - folyamatosan változik: más-más arcát mutatja majd Önöknek, hiszen a Szegedi Tudományegyetem céljai is változnak, ahogy az Önöké is.

A beszámoló után kérem, engedjék meg nekem, hogy a tanév elején közös céljainkról is beszéljek, és röviden felvázoljam az előttünk álló fejlődési pályákat. Az egyetemek fejlődését is több nemzetközi stáb vizsgálja, az egyik legújabb, 2009-ben megjelent kutatás szerint az egyetemek három generációba sorolhatók.

Habár a generációk között a határ nem éles, és az átmenet egy-egy évtizedet is felölelhet, (hiszen egy-egy képzési program, amire most a diákjaink beiratkoznak 3-5 vagy akár 8 évig is eltarthat) a legtöbb egyetem második generációs korszakát, illetve annak végét éli, és egyre többen találunk valamilyen jelet arra, hogy elindult a 3. generációs egyetem útján.

A második generációs egyetemek között még nem volt meghatározó versenyhelyzet: lokálisan tevékenykedtek, diákjaik egyféle tanmenetet és órarendet kaptak, finanszírozásuk közvetlenül történt, az állam pénzügyi támogatása és szabályozása volt a legfőbb igazodási pont, nem csak nálunk, hanem egész Európában, a kibocsátott diplomások munkaerőpiacon történő elhelyezkedése marginális kérdés volt a társadalomban.

A harmadik generációs egyetemek már nagyon is versenyeznek: a felvételiző diákokért, a közvetett, javarészt pályázati forrásokért, ipari kutatásokért (pályázatok a normatív támogatások helyett, ipari megrendelések harmadik féltől, szabadalmak, saját alapítású cégek stb.).

Önök is versenyeznek kedves hallgatók: egyre többen lesznek, akik azt mérlegelik majd, mennyire lesz versenyképes a diplomájuk. Sokaknál azt kérdezzétek már most a családban, hogyan tudnak majd elhelyezkedni a Szegedi Tudományegyetem végzettjeiként, a pálya amin elindultak, milyen sikereket tartogat.

Hogyan képzeljük el egy harmadik generációs egyetemet? Milyen egyetemen fogunk Önökkel együtt élni és alkotni a következő években? Mik az alapvető sarokpontok a nemzetközi vizsgálatok tükrében?

A 3. generációs egyetemek sarokpontjai A tudás hasznosítása központi szerepet kap, és ez válik a harmadik céllá az oktatás és a kutatás mellett. A 3. generációs egyetemek legfontosabb jellemzője, hogy a tudás hasznosítása központi szerepet kap, és az egyetemeken ez válik a harmadik céllá az oktatás és kutatás mellett. A know-how hasznosítása az egyetemek harmadik pillére, mivel az



The project is co-financed by the
European Union



egyetemeket tekintik egy újfajta, innovatív tevékenység bölcsőjének, kiegészítve a kutatás és oktatás hagyományos feladatait.

Az oktatás célja mára kibővült: tudósokat, tudományosan képzett szakembereket és vállalkozókat képezünk egyszerre: azaz önknek el kell jutniuk odáig, hogy a saját szakmájukban (ha azt kívánja majd az élet) képesek legyenek önállóan saját lábukra állni, ha kell saját üzleti vállalkozást indítani, legyenek akár természettudósok vagy tanárok, művészek, társadalomtudósok vagy mérnökök.

A 3GE-k multikulturális intézmények, sokszínű diákpopulációval. Ebben az értelemben közel vannak a középkori világi egyetemekhez. A legtöbb 3GE egyszerre folytat hatékony tömegoktatást, és a legtehetségesebb diákjait kiemelve megteremti a lehetőségét az elitképzésnek is. A kettős funkció elvét alkalmazzunk kell tudni a kutatás területén is: ahol a tudományos értelemben kisléptékű, de iparorientált kutatási projektek együtt zajlanak a nagy áttörést hozó tudományos vívmányok kidolgozásával.

Ennek szellemében elvárom a most kezdő diákoktól, hogy teremtsenek kapcsolatot: ne csak szaktársaikkal, de minden egyetemi polgárral, és a kettős funkció elvével élve legyenek a tudás hordozói az órán és a Kárász utcán sétálva vagy az egyetemi klubokban ülve egyaránt. Jusson eszükbe, hogy Szent-Györgyi szerint a „tudós egyszerűen csak az az ember, aki miközben mászkál a világban, ugyanazt látja, mint bárki más; de miközben ugyanazt látja, olyan dolgok jutnak eszébe, mint előtte soha senkinek”.

Azok az egyetemek, amelyek váltani akarnak a 2GE modellről a 3GE modellre, igen komoly változásokra számíthatnak. Az elmúlt időszakban a Szegedi Tudományegyetem lépésről lépésre kerül közelebb a generációváltáshoz. Ha sokszor nem is tudatosan, csak ösztönösen, netán nagyobb kerülőkkel, de sikeresek vagyunk ebben a tekintetben is. Egy olyan intézményben ahol 30 ezer diák tanul, 12 kar indít képzéseket, 50 kutatócsoport és 200 intézet és tanszék működik, valamint 8500 munkatárs dolgozik, kooperál egymással autonóm módon, nem várhatunk áttörést egyik napról a másikra, ... de tudatos felkészüléssel és nagy munkabírással felvértezve a modellváltás kézzelfogható közelségbe került.

A Szegedi Tudományegyetem eredményeit tekintve szép és sikerekben gazdag jövő elé nézünk. Ennek részleteiről, és alapjáról, az elmúlt év, évek eredményeiről - talán volt aki észrevette -, jóval kevesebbet beszéltem, mint az elmúlt években megszokhatták. Vagy éppen elviselni kényszerültek. Nem véletlenül.

Ennek korántsem az az oka, hogy évről évre szóltak a munkatársaim, és kollégáim, hogy nem egy termelési értekezlet bevezetőjét kell megtartanom, hanem az ország egyik legsikeresebb egyetemének a tanévét megnyitnom.

Annak a munkának, amit az elmúlt hat évben együtt végezhattünk, az első szakasza lezárult. Nem csupán elismertségünket, és immáron nemzetközi rangunkat sikerült stabilizálnunk. Az ehhez szükséges források előteremtésében is, és megalapozásában is jóval nagyobb részt vállaltunk, mint a megelőző időszakban. Gazdasági értelemben is sikeresek és ezáltal önállóbbak lettünk.



The project is co-financed by the
European Union



Gazdasági eredményeinket és megnövekedett önállóságunkat pedig egyértelműen a környezettel, a régióval kialakított jóval funkcionálisabb és ezáltal harmonikusabb viszonyunkra támaszkodva alapozhattuk, és alapoztuk meg.

Tudásváros jött ezáltal létre, a Dél-alföldi régió fővárosa.

Ez a korszak, a Dél-alföldi régió tudásvárosának kiépítése lezárult. Ezért is fogtam rövidebbre az eredmények ismertetését. Mert nemcsak rajtam, kollégáimon, de a város vezetésén is múlik, hogy ezen az úton megyünk-e tovább még merészebb célokat tűzve magunk elé, vagy beérjük az elért eredmények konzerválásával és ezáltal stabilizálásával.

Jómagam osztom Szent-Györgyi állítását, vallom, hogy a legnemesebb intézmény az egyetem.

Megtiszteltetés számomra, hogy pont egy ilyen generációváltáskor lehetek az egyetem rektora. Az integrált Szegedi Tudományegyetem immáron 10. tanévét kezdi, és úgy látom, hogy a történetét tekintve 428 éves, Báthory István örökségét magáénak valló szegedi felsőoktatásnak minden esélye megvan arra, hogy a nemzetközi sztenderdeknek is megfelelő 3. generációs egyetemmé váljon a következő 3-4 évben.

Erre, hogy immár nemzetközi értelemben vett 3. generációs egyetem jöjjön létre Szegeden, megérett az egyetem, a város (végső soron az ország) is. Ennek megvalósítása nem magányos harc, hanem közös ügyünk. Egy olyan csapatmunka, melyben egy összeszokott, jól működő egyetemi kollektíva dolgozik napról napra. Az eddigi munkáért köszönetem fejezem ki mindannyitoknak, és alázattal jelentem, hogy vállalom a rektori szolgálatot a következő évekre is.

Kívánom, hogy ebben a tanévben is elismerjék erőfeszítéseinket, ambiciózusan valósítsuk meg álmainkat, hogy egy év múlva újabb sikerekről számolhassak be itt a József Attila Tanulmányi és Információs Központban.

Az új tanév kezdetén ennek reményében kívánok az egyetem minden polgára számára a kihívásokhoz bátorságot és erőt, az egyetemi évekhez pedig igaz barátokat, derűt és élethosszig tartó derűs optimizmust!

Ezzel a Szegedi Tudományegyetem 2009/2010-es tanévét megnyitom.



The project is co-financed by the
European Union





This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The content of the document is the sole responsibility of University of Szeged and University of Novi Sad and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union and/or the Managing Authority.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

ISSN 1788-6392

Publisher: Dr. Gábor Keszthelyi-Szabó – dean
Faculty of Engineering
University of Szeged

Number of Copies: 200
Generál Nyomda Kft.
6728 Szeged, Kollégiumi u 11/H



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future 

